

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA

SEDE QUITO, CAMPUS SUR

CARRERA DE INGENIERÍA AMBIENTAL

**TESIS PREVIA A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO
AMBIENTAL**

**ELABORACIÓN DE UN PLAN DE PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA PARA
LOS SISTEMAS DE AGUA POTABLE PAPALLACTA Y LA MICA DE LA
EMPRESA PÚBLICA METROPOLITANA DE AGUA POTABLE Y
SANEAMIENTO DE QUITO.**

ANDREA PAULINA DELGADO GUERRA

ÁNGEL LEONARDO ELIZALDE GUEVARA

DIRECTORA: ING. ELENA COYAGO CRUZ

QUITO, DICIEMBRE 2011

DECLARATORIA DE RESPONSABILIDAD

Nosotros, ANDREA PAULINA DELGADO GUERRA y ÁNGEL LEONARDO ELIZALDE GUEVARA, Egresado de la carrera de Ingeniería Ambiental, autores de la Tesis denominada “**ELABORACIÓN DE UN PLAN DE PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA PARA LOS SISTEMAS DE AGUA POTABLE PAPALLACTA Y LA MICA DE LA EMPRESA PÚBLICA METROPOLITANA DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO DE QUITO**”.

Los conceptos desarrollados, análisis realizados y las conclusiones del presente trabajo, con de exclusiva responsabilidad de los autores.

Quito, Diciembre 2011

PAULINA DELGADO G.

C.I. 171722528-6

LEONARDO ELIZALDE G.

C.I. 171730333-3

CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente proyecto de grado titulado **“ELABORACIÓN DE UN PLAN DE PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA PARA LOS SISTEMAS DE AGUAPOTABLE PAPALLACTA Y LA MICA DE LA EMPRESA PÚBLICA METROPOLITANA DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO DE QUITO”** ha sido desarrollado en su totalidad por la señorita Andrea Paulina Delgado Guerra y el señor Ángel Leonardo Elizalde Guevara, bajo mi dirección.

Ing. Elena Coyago Cruz

Directora de Tesis

AGRADECIMIENTO

Queremos agradecer primero a Dios por la felicidad y las bendiciones que hemos recibido en nuestras vidas, por permitirnos alcanzar uno de nuestros sueños, el culminar la carrera de Ingeniería Ambiental.

A nuestros Padres y Hermanos, que han sido nuestro apoyo, que con sacrificios, mucho amor y sobre todo paciencia han permitido la culminación de este objetivo.

Un especial agradecimiento al Ing. Kevin Espinosa quien fue uno de los principales responsables y propulsores, y a todas las personas que trabajan en el la Unidad de Ecoeficiencia de la EPMAPS-Q, a los cuales consideramos nuestros amigos, de los que hemos recibido siempre un completo apoyo.

A la Ing. Elena Coyago directora de nuestra tesis, por entregarnos todo el apoyo y el conocimiento necesario durante el proceso de desarrollo del presente proyecto.

Queremos agradecer a la UPS-Q en la persona del Ing. Edwin Arias director de la Carrera de Ingeniería Ambiental por brindarnos siempre los mejores consejos durante toda la carrera y así poder obtener este logro.

Agradecemos finalmente a nuestros amigos y maestros quienes han sido los partícipes de que nuestra carrera llegue a feliz término.

DEDICATORIA

Aunque las palabras no puedan expresar todo lo que siento al culminar esta Tesis es mi deseo que estas pocas palabras queden inscritas en este documento. Es por ello que esta Tesis se la dedico a:

Mis padres JAIME DELGADO y MARIANA GUERRA, porque creyeron en mí y por darme ejemplos dignos de superación y entrega, porque gracias a ustedes hoy puedo ver alcanzada mi meta, ya que siempre estuvieron impulsándome en los momentos más difíciles de mi carrera. Va por ustedes, por lo que valen. Porque admiro su fortaleza y por lo que han hecho de mí.

MAURICIO DELGADO, mi hermano ya que gracias a ti hoy puedo sentirme orgullosa de lo que estoy logrando, porque tú siempre has estado ahí para ayudarme, cuidarme y guiarme gracias muchas gracias.

A mis abuelitos Blanca R, Nicolás D. y Rosa Q. por ser mis mentores y ejemplos dignos de vida y superación y a mis tíos y primos por estar siempre ahí formando un inigualable núcleo familiar.

Y por último quiero agradecer a Leonardo Elizalde por ser una persona inigualable, por luchar a mi lado día a día durante esta tesis y ayudarme en cada momento de mi vida desde hace 4 años.

Paulina Delgado G.

DEDICATORIA

A mis padres Ángel y María, por enseñarme a luchar hacia delante, por su gran corazón y capacidad de entrega, pero sobre todo por enseñarme a ser responsable, gracias a ustedes he llegado a esta meta.

A mis hermanos Fausto y Lorena, por haber fomentado en mí el deseo de superación y el anhelo de triunfo en la vida

A mí compañera y amiga de tesis Pauly, quien con su personalidad y carisma me enseñó que en la vida siempre se puede lograr un objetivo, soñando y trabajando con empeño para obtener lo que uno quiere.

Por último quiero dedicar la presente tesis a todas aquellas personas que sin esperar nada a cambio compartieron pláticas, conocimientos y diversión. A todos aquellos que durante los cinco años que duró este sueño lograron convertirlo en una realidad

Leonardo Elizalde

CONTENIDO

| | |
|-------------------|--|
| Índice de Tablas | |
| Índice de Figuras | |
| Índice de Anexos | |
| Resumen | |
| Introducción | |

CAPITULO I

| | | |
|-----------|-------------------------------------------------------------------|----|
| 1. | Marco Teórico | 1 |
| 1.1. | Producción más limpia (P+L) | 1 |
| 1.1.1 | Generalidades | 1 |
| 1.1.2 | Base legal de Producción más limpia en el Ecuador | 2 |
| 1.1.3 | Metodología para implementar un programa de Producción más limpia | 5 |
| 1.2 | Indicadores | 12 |
| 1.2.1 | Generalidades | 12 |
| 1.2.2 | Indicadores de Proceso | 12 |
| 1.2.3 | Indicadores Ambientales | 13 |
| 1.2.3.1 | Huella de Carbono | 13 |
| 1.2.3.1.1 | Generalidades | 13 |
| 1.2.3.1.2 | Normas Internacionales para el cálculo | 14 |
| 1.2.3.1.3 | Principios para el cálculo de la Huella de Carbono | 15 |
| 1.2.3.2 | Huella Hídrica de un Producto | 20 |
| 1.2.3.2.1 | Generalidades | 20 |
| 1.2.3.2.2 | Principios para el cálculo de la Huella Hídrica | 20 |

CAPITULO II

| | | |
|-----------|----------------------------------------------------|----|
| 2. | Descripción de la empresa | 23 |
| 2.1 | Presentación de la EPMAPS-Q | 23 |
| 2.2 | Descripción de los Sistemas de estudio | 24 |
| 2.2.1 | Sistema Papallacta Integrado | 24 |
| 2.2.1.1 | Localización del Proyecto | 24 |
| 2.2.1.2 | Descripción General de los Tramos del Sistema | 25 |
| 2.2.1.2.1 | Tramo 1 (Impulsión) | 25 |
| 2.2.1.2.2 | Tramo 2 (Optimización Papallacta) | 26 |
| 2.2.1.2.3 | Tramo 3 (Tubería De Presión Y Conducción Inferior) | 26 |
| 2.2.1.3 | Descripción de las obras que componen el Proyecto | 27 |
| 2.2.1.3.1 | Estación Elevadora | 27 |
| 2.2.1.3.2 | Estación Booster I | 28 |
| 2.2.1.3.3 | Estación Booster II | 29 |
| 2.2.1.3.4 | Túnel Quito | 29 |
| 2.2.1.3.5 | Estación Recuperadora | 30 |

| | | |
|-------------|---------------------------------------------------------------|----|
| 2.2.1.3.6 | Línea de alta tensión | 31 |
| 2.2.1.3.7 | Planta de tratamiento de agua potable Bellavista | 31 |
| 2.2.1.3.7.1 | Etapas de la planta de tratamiento de agua potable Bellavista | 34 |
| 2.2.1.3.7.2 | Envasadora | 40 |
| 2.2.2 | Sistema Mica Quito Sur | 42 |
| 2.2.2.1 | Localización del Proyecto | 42 |
| 2.2.2.2 | Descripción de las obras que componen el proyecto | 43 |
| 2.2.2.2.1 | Fuentes | 44 |
| 2.2.2.2.2 | Presa | 45 |
| 2.2.2.2.3 | Acueducto | 46 |
| 2.2.2.2.4 | Central Hidroeléctrica El Carmen | 47 |
| 2.2.2.2.5 | Estación reductora de presión y reguladora de caudal La Moca. | 47 |
| 2.2.2.2.6 | Planta de tratamiento El Troje | 47 |

CAPITULO III

| | | |
|-----------|--------------------------------------------------------------------------------|----|
| 3. | Metodología | 50 |
| 3.1 | Metodología de Producción más limpia | 50 |
| 3.1.1 | Etapas de un programa de producción más limpia | 50 |
| | Primera etapa: Planeación y organización del programa de producción más limpia | 50 |
| 3.1.1.1 | | 50 |
| 3.1.1.2 | Segunda etapa: Pre evaluación | 52 |
| 3.1.1.3 | Tercera etapa: Indicadores | 57 |
| 3.1.1.3.1 | Metodología de cálculo para la Huella de Carbono | 57 |
| 3.1.2.3.2 | Metodología de cálculo de la Huella Hídrica de un producto | 59 |
| 3.1.1.4 | Cuarta etapa: Estudio y evaluación | 61 |

CAPITULO IV

| | | |
|---------|----------------------------------------------------------------|-----|
| 4. | Desarrollo y resultados del programa de producción más limpia | 63 |
| | Desarrollo de las etapas de P + L en el sistema Papallacta | |
| 4.1 | Integrado | 63 |
| 4.1.1 | Etapas 1: Planeación y organización del programa de P+L | 63 |
| 4.1.2 | Etapas 2: Pre evaluación | 65 |
| 4.1.3 | Etapas 3. Indicadores | 90 |
| 4.1.3.1 | Desarrollo de la Huella de Carbono | 91 |
| 4.1.3.2 | Desarrollo de la Huella de Hídrica | 94 |
| 4.1.4 | Etapas 4. Estudio y evaluación | 98 |
| 4.2 | Desarrollo de las etapas de P + L en el sistema Mica Quito Sur | 113 |
| 4.2.1 | Etapas 1: Planeación y organización del programa de P+L | 113 |
| 4.2.2 | Etapas 2: Pre evaluación | 114 |
| 4.3.3 | Etapas 3. Indicadores | 132 |
| 4.3.3.1 | Desarrollo de la Huella de Carbono | 132 |

| | | |
|-----------------------------------------------|-----------------------------------------|-----|
| 4.3.3.2 | Desarrollo de cálculo de Huella Hídrica | 135 |
| 4.3.4 | Etapa 4. Estudio y evaluación | 138 |
| Conclusiones | | 148 |
| Conclusiones del Sistema Papallacta Integrado | | 148 |
| Conclusiones del Sistema Mica Quito Sur | | 150 |
| Recomendaciones | | 151 |
| Medidas para reducir la Huella de Carbono | | 152 |
| Bibliografía | | 163 |

Índice de Tablas

| | | |
|------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Tabla 1. | Conformación de eco-equipo | 7 |
| Tabla 2. | Factor de emisión de CO ₂ | 19 |
| Tabla 3. | Plantas de agua potable de Quito | 24 |
| Tabla 4. | Datos técnicos de la estación Elevadora | 28 |
| Tabla 5. | Datos técnicos de la estación Booster I | 28 |
| Tabla 6. | Datos técnicos de la estación Booster II | 29 |
| Tabla 7. | Captaciones sistema Mica Quito Sur | 45 |
| Tabla 8. | Datos de la presa La Mica | 45 |
| Tabla 9. | Descripción de la planta de tratamiento de agua potable El Troje | 48 |
| Tabla 10. | Etapas de desarrollo de producción más limpia | 50 |
| Tabla 11. | Actividades de la etapa 1 del programa de producción más limpia | 51 |
| Tabla 12. | Actividades Desarrolladas en la etapa 2 | 53 |
| Tabla 13. | Metodología aplicada al sistema Papallacta Integrado | 56 |
| Tabla 14. | Estructura del eco- equipo del sistema Papallacta Integrado. | 64 |
| Tabla 15. | Lista de chequeo de pre - evaluación ambiental del sistema Papallacta Integrado | 66 |
| Tabla 16. | Consumo de productos químicos utilizados para la potabilización | 79 |
| Tabla 17. | Volumen empleado para lavar bidones | 86 |
| Tabla 18. | Peso de residuos | 86 |
| Tabla 19. | Empleo y costos de las principales materias primas usadas en la potabilización de agua en la planta de Bellavista | 87 |
| Tabla 20. | Empleo y costos de las principales materias primas utilizadas en la planta Envasadora | 87 |
| Tabla 21. | Generación y destino de los residuos de los procesos productivos de planta Bellavista | 89 |
| Tabla 22. | Indicadores de P + L del sistema Papallacta Integrado | 90 |
| Tabla 23. | Secciones con consumo de combustibles | 92 |
| Tabla 24. | Secciones que consumen energía y papel en el sistema Papallacta Integrado | 92 |
| Tabla 25. | Captación de agua azul | 94 |
| Tabla 26. | Huella verde del sistema Papallacta Integrado | 95 |
| Tabla 27. | Huella gris del sistema Papallacta Integrado | 96 |
| Tabla 28. | Principales subproductos y residuos de la Planta de Tratamiento de Agua Potable Bellavista | 99 |
| Tabla 29. | Alternativas para la minimización de subproductos, desechos, residuos, efluentes de la planta de tratamiento de agua potable Bellavista | 100 |
| Tabla 30. | Plan de producción más limpia del sistema Papallacta Integrado | 109 |
| Tabla 31. | Estructura del eco- equipo del Sistema La Mica Quito Sur | 113 |
| Tabla 32. | Lista de chequeo de pre - evaluación ambiental del sistema Mica Quito Sur | 115 |

| | | |
|------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Tabla 33. | Consumo de productos químicos utilizados para la potabilización | 126 |
| Tabla 34. | Empleo y costo de las principales materias primas utilizadas en la potabilización de agua en la planta el Troje | 131 |
| Tabla 35. | Generación y destino de los residuos de los procesos productivos de la planta El Troje | 131 |
| Tabla 36. | Secciones con consumo de combustibles | 133 |
| Tabla 37. | Consumo del sistema Mica Quito Sur | 133 |
| Tabla38. | Captación de agua azul para el sistema MQS | 135 |
| Tabla39. | Huella Hídrica Verde del sistema MQS | 136 |
| Tabla 40. | Principales subproductos y residuos de la planta de tratamiento de agua potable El Troje | 138 |
| Tabla 41. | Alternativas para la minimización de subproductos, desechos, residuos, efluentes de la planta de tratamiento de agua potable El Troje | 140 |
| Tabla 42. | Plan de producción más limpia del sistema Mica Quito Sur | 146 |
| Tabla 43. | Consumo de insumos del campamento Salve Faccha | 173 |
| Tabla 44. | Consumo de insumos de la estación Elevadora | 173 |
| Tabla 45. | Consumo de insumos en la estación Booster I | 174 |
| Tabla 46. | Consumo de insumos en la estación Booster II | 174 |
| Tabla 47. | Consumo de insumos de la estación Recuperadora | 175 |
| Tabla 48. | Consumo de insumos de la Válvula Esférica | 175 |
| Tabla 49. | Consumo de insumos en la planta Envasadora | 176 |
| Tabla 50. | Consumo de insumos en la planta de tratamiento de agua potable Bellavista | 176 |
| Tabla 51. | Consumo de energía Eléctrica en el SPI | 177 |
| Tabla 52. | Resumen de generación eléctrica 2010 del SPI | 178 |
| Tabla 53. | Resumen de energía generada y bombeada | 178 |
| Tabla 54. | Consumo de combustibles del SPI | 179 |
| Tabla 55. | Consumo de agua potable en la planta Bellavista | 179 |
| Tabla 56. | Consumo de agua estimada en las captaciones y conducciones y central recuperadora | 180 |
| Tabla 57. | Consumo de insumos en la represa la Mica | 187 |
| Tabla 58. | Consumo de insumos en el campamento MQS | 187 |
| Tabla 59. | Consumo de insumos en la estación el Carmen | 188 |
| Tabla 60. | Consumo de insumos en la estación La Moca | 188 |
| Tabla 61. | Consumo de insumos en la planta El Troje | 189 |
| Tabla 62. | Consumo de energía eléctrica en el SMQS | 190 |
| Tabla 63. | Consumo estimado de energía eléctrica en la central el Carmen | 190 |
| Tabla 64. | Consumo de combustibles en el SMQS | 190 |
| Tabla 65. | Consumo de agua potable en la planta El Troje | 191 |
| Tabla 66. | Consumo de agua estimada de las captaciones, conducciones y central el Carmen | 192 |

Índice de Figuras

| | | |
|-------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Figura 1. | Pirámide de Kelsen | 2 |
| Figura 2. | Etapas de un programa de producción más limpia | 5 |
| Figura 3. | Esquemización del sistema de producción de un producto | 22 |
| Figura 4. | Ubicación del sistema Papallacta Integrado | 25 |
| Figura 5. | Sistema Papallacta Integrado | 27 |
| Figura 6. | Instalaciones de la planta de tratamiento de agua potable Bellavista | 32 |
| Figura 7. | Ubicación del sistema Mica Quito Sur | 43 |
| Figura 8. | Perfil del proyecto Mica Quito Sur | 44 |
| Figura 9. | Matriz FODA del sistema Papallacta Integrado | 65 |
| Figura 10. | Mapa de ubicación de la planta de tratamiento Bellavista | 69 |
| Figura 11. | Diagrama de flujo del sistema Papallacta Integrado | 70 |
| Figura 12. | Diagrama de flujo de la captación del sistema Papallacta Integrado | 71 |
| Figura 13. | Diagrama de flujo de la conducción del sistema Papallacta Integrado | 71 |
| Figura 14. | Diagrama de flujo la central Recuperadora | 72 |
| Figura 15. | Diagrama de flujo de la planta de tratamiento Bellavista | 73 |
| Figura 16. | Diagrama de flujo de la planta Envasadora | 74 |
| Figura 17. | Consumo de insumos en el campamento Salve Faccha | 75 |
| Figura 18. | Consumo de insumos en la estación Elevadora | 75 |
| Figura 19. | Consumo de insumos de Booster I | 76 |
| Figura 20. | Consumo de insumos de Booster II | 76 |
| Figura 21. | Consumo de insumos de la Recuperadora | 77 |
| Figura 22. | Consumo de insumos de la estación Válvula Esférica | 77 |
| Figura 23. | Consumo de insumos en la planta de tratamiento de agua potable Bellavista | 78 |
| Figura 24. | Consumo de insumos en la planta Envasadora | 79 |
| Figura 25. | Consumo de energía en las áreas externas en el sistema Papallacta Integrado | 80 |
| Figura 26. | Resumen de consumo de energía en la planta Bellavista y Envasadora | 81 |
| Figura 27. | Resumen de generación eléctrica en la estación Recuperadora | 82 |
| Figura 28. | Consumo de combustibles del sistema Papallacta Integrado | 83 |
| Figura 29. | Consumo estimado de agua en las captaciones y conducciones del sistema Papallacta Integrado | 84 |
| Figura 30. | Consumo de agua potable en la planta de tratamiento Bellavista y Envasadora | 85 |
| Figura 31. | Matriz de la Huella de Carbono del sistemas Papallacta Integrado | 93 |
| Figura 32. | Matriz de la Huella Hídrica de un producto del sistema Papallacta Integrado | 97 |
| Figura 33. | Matriz de evaluación de la causa generadora de impactos en la captación del SPI | 101 |

| | | |
|-------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Figura 34. | Matriz de evaluación de la causa generadora de impactos en la conducción del SPI | 102 |
| Figura 35. | Matriz de evaluación de la causa generadora de impactos en la central Recuperadora del SPI | 103 |
| Figura 36. | Matriz de evaluación de la causa generadora de impactos en la planta Bellavista del SPI | 105 |
| Figura 37. | Matriz de evaluación de la causa generadora de impactos en la planta Envasadora del SPI | 107 |
| Figura38. | Análisis FODA para el sistema MQS | 114 |
| Figura39. | Mapa de ubicación de la planta de tratamiento El Troje | 117 |
| Figura 40. | Diagrama de flujo global del sistema Mica Quito Sur | 119 |
| Figura 41. | Diagrama de flujo de la captación del sistema Mica Quito Sur | 120 |
| Figura 42. | Diagrama de flujo de la conducción del sistema Mica Quito Sur | 120 |
| Figura 43. | Diagrama de flujo de la central el Carmen | 121 |
| Figura 44. | Diagrama de flujo de la planta de tratamiento de agua potable El Troje | 122 |
| Figura 45. | Consumo de insumos en la represa La Mica | 123 |
| Figura 46. | Consumo de insumos en el campamento La Mica | 124 |
| Figura 47. | Consumo de insumos de la central El Carmen | 124 |
| Figura 48. | Consumo de insumos en la estación La Moca | 125 |
| Figura 49. | Consumo de Insumos en la planta de tratamiento de agua potable El Troje | 126 |
| Figura 50. | Consumo de energía eléctrica en el sistema Mica Quito Sur | 127 |
| Figura 51. | Consumo de combustibles en el sistema Mica Quito Sur | 128 |
| Figura 52. | Consumo estimado de agua en las captaciones y conducciones del sistema Mica Quito Sur | 129 |
| Figura 53. | Consumo de agua potable en la planta de tratamiento de agua potable El Troje | 130 |
| Figura 54. | Matriz de la Huella Hídrica de un producto del sistema Mica Quito Sur | 134 |
| Figura 55. | Matriz de evaluación de la causa generadora de impactos en la captación del SMQS | 141 |
| Figura 56. | Matriz de evaluación de la causa generadora de impactos en la conducción del SMQS | 142 |
| Figura 57. | Matriz de evaluación de la causa generadora de impactos en la central el Carmen del SMQS | 143 |
| Figura58. | Matriz de evaluación de la causa generadora de impactos en la planta Bellavista del SMQS | 144 |
| Figura 59. | Certificado ambiental del sistema Papallacta Integrado | 166 |
| Figura 60. | Certificado de destrucción de desechos peligrosos Certificado de tratamiento y disposición final de residuos especiales de la planta de tratamiento Bellavista | 167 |
| Figura 61. | | 168 |
| Figura 62. | Caracterización anual físico- química de descarga líquida no doméstica en la planta Bellavista | 169 |
| Figura 63. | Caracterización de emisiones de ruido en la planta Bellavista | 170 |
| Figura 64. | Toneladas de CO ₂ en el SPI | 181 |

| | | |
|-------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Figura 65. | Huella Hídrica de un producto del SPI | 182 |
| Figura 66. | Lista de chequeo de seguridad salud y ambiente | 183 |
| Figura 67. | Certificado de destrucción de residuos planta El Troje | 184 |
| Figura 68. | Formulario de recepción de aceites usados en los establecimientos planta El Troje | 185 |
| Figura 69. | Caracterización anual de emisiones de ruido en la planta El Troje, campamento La Mica | 186 |
| Figura70. | Toneladas de CO ₂ por proceso productivo en el SMQS | 193 |
| Figura. 71 | Huella Hídrica de un producto del SMQS | 194 |

Índice de Anexos

| | | |
|------------|------------------------------------------------------|-----|
| I | Anexos del sistema Papallacta Integrado | 166 |
| II | Anexos del sistema Mica Quito Sur | 183 |
| III | Memoria de cálculo de la Huella de Carbono e Hídrica | 195 |

GLOSARIO DE SIGLAS

CEPL: Centro Ecuatoriano de Producción más limpia

CIU: Clasificación Internacional Industrial Uniforme

CORPAIRE: Corporación Municipal para el mejoramiento del aire de Quito

EPMAPS-Q: Empresa Pública Metropolitana de Agua Potable y Saneamiento de Quito

GEI: Gas de efecto invernadero

HC: Huella de carbono

ISO: Organización Internacional de Estandarización

IPCC: Panel Intergubernamental del Cambio Climático

Kw: Kilo vatios

mp. Materia prima

m.s.n.m: Metros sobre el nivel del mar

NTU: Nivel de Turbiedad

ONUDI: Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial

P+L: Producción más limpia

PNUMA: Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente

R.O: Registro oficial

SCADA: Sistema de Adquisición de Datos y Control

SMQS: Sistema Mica Quito Sur

SPI: Sistema Papallacta Integrado

SIN: Sistema Nacional Interconectado

SUMA: Sistema único de manejo ambiental

TULAS: Texto Unificado de Legislación Ambiental Secundaria

WF: Huella Hídrica

Resumen

Esta Tesis plantea como objetivo principal desarrollar un plan de producción más limpia en los sistemas Papallacta Integrado y La Mica Quito Sur, pertenecientes a la Empresa Pública Metropolitana de Agua Potable y Saneamiento (EPMAPS) ; la empresa tiene como misión proveer servicios de agua potable y saneamiento con eficiencia, responsabilidad social y ambiental, es por ello que nace la idea de proponer mejoras continuas a los procesos que se generan en la captación, conducción y potabilización de cada uno de los sistemas, por medio de los planes de producción más limpia.

Para llegar a obtener los planes de producción más limpia de los sistemas, se siguió la metodología del Centro Ecuatoriano de Producción más limpia (CEPL), la cual implica el desarrollo de cuatro etapas con sus respectivas actividades.

En la primera etapa de planeación y organización del programa de producción más limpia se obtuvo el compromiso de la gerencia, se definieron los alcances y metas del programa, se formó un eco equipo y se identificaron barreras.

Con respecto a la segunda etapa denominada pre evaluación, se reunió los datos generales de los sistemas, certificaciones ambientales e inspecciones tanto internas como externas, mediante las cuales se pudo identificar varios impactos como manejo no adecuado: de residuos, almacenamiento de materia prima e insumos significando oportunidades de mejora.

En la tercera etapa se desarrolló indicadores de proceso correspondientes a producción más limpia e indicadores ambientales como son la huella de carbono con un valor total de 253,53 toneladas de CO₂ para el sistema Papallacta Integrado y 68,49 toneladas de CO₂ para el sistema Mica Quito Sur. Otro de los indicadores ambientales que se consideró fue la huella hídrica obteniéndose los siguientes resultados 41.538.971,91 (m³) y 72.475.005,23 (m³) respectivamente, los cuales

representan el volumen de agua dulce consumida para la producción anual de agua potable en cada uno de los sistemas.

En la etapa de estudio y evaluación, se realizó la valoración del costo del residuo considerando el costo inicial de materia prima y el tratamiento, transporte o reuso del mismo.

Finalmente se elaboraron los planes de producción más limpia con cada uno de los impactos identificados en los sistemas, estos planes contienen las siguientes variables: lugar, aspecto ambiental, potencial impacto, medidas de producción más limpia para mitigar y disminuir el impacto, medidas de verificación, periodo de ejecución y el responsable de ejecución y seguimiento.

Introducción

En una economía globalizada es indispensable que las empresas apliquen sistemas de gestión empresarial tendientes a optimizar los procesos productivos y concebir la competitividad basada en la conservación del ambiente, para lo cual deberá introducirse este nuevo enfoque como vía para disminuir las cargas contaminantes emitidas al ambiente y mejorar la eficiencia económica de las empresas.

La Producción más limpia se enfoca hacia los procesos productivos, productos y servicios, aplicando a diferentes niveles industriales desde su misión hasta las diferentes estrategias, materiales y procesos, incluyendo el marco normativo de la calidad que le permite competir a nivel global.

Es por ello que la presente tesis plantea los siguientes objetivos:

Objetivo General:

Elaboración de un Plan de Producción más Limpia en los sistemas Papallacta y La Mica con la finalidad de reducir la Huella de Carbono e Hídrica.

Objetivos Específicos:

- Establecer los procesos productivos en los sistemas Papallacta y La Mica enfocados en la captación, conducción, potabilización y distribución.
- Desarrollar diagramas de flujo de los procesos productivos en los sistemas enfocados en la captación, conducción y distribución.
- Determinar mediante pre evaluación el estado actual en que se encuentran cada uno de los sistemas.

- Estudio y generación de propuestas de medidas a tomarse tanto correctivas como preventivas en los sistemas.

Estos objetivos proporcionarán opciones que permitan a la Empresa Pública Metropolitana de Agua Potable y Saneamiento en especial a los sistemas Papallacta Integrado y Mica Quito Sur; ser una empresa competitiva, mediante el adecuando manejo de sus procesos productivos, residuos y la conservación del ambiente, con el ideal de brindar un servicio de calidad al distrito Metropolitano de Quito.

CAPITULO I

1. Marco Teórico

1.1 Producción más limpia (P+L)

1.1.1 Generalidades:

“La Producción más limpia según el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente PNUMA es la aplicación continua de una estrategia ambiental preventiva, integrada a los procesos, a los productos y a los servicios para aumentar la eficiencia total y reducir los riesgos a los seres humanos y al ambiente”. (PNUMA, 2006). Mientras que el CEPL la define como una estrategia empresarial que permite al sector productivo ser más rentable y competitivo a través de los ahorros generados por el uso eficiente de materias primas y recursos naturales, reducción de la contaminación en la fuente de sus procesos, productos o servicios, evitando así sanciones económicas por parte de las autoridades ambientales y los réditos de ofrecer al mercado productos fabricados bajo tecnologías limpias.(CEPL, 2010)

El objetivo de la Producción Limpia es satisfacer las necesidades de la sociedad a través del uso eficiente de la energía y la utilización de materiales renovables y libres de peligros, que no afecten la biodiversidad, además promueve el uso de la cantidad mínima de materiales, agua y energía; reconoce la necesidad de la participación pública en la toma de decisiones políticas y económicas. (GREENPEACE, 2006).

En general, los beneficios derivados de la P+L incluyen, entre otros:

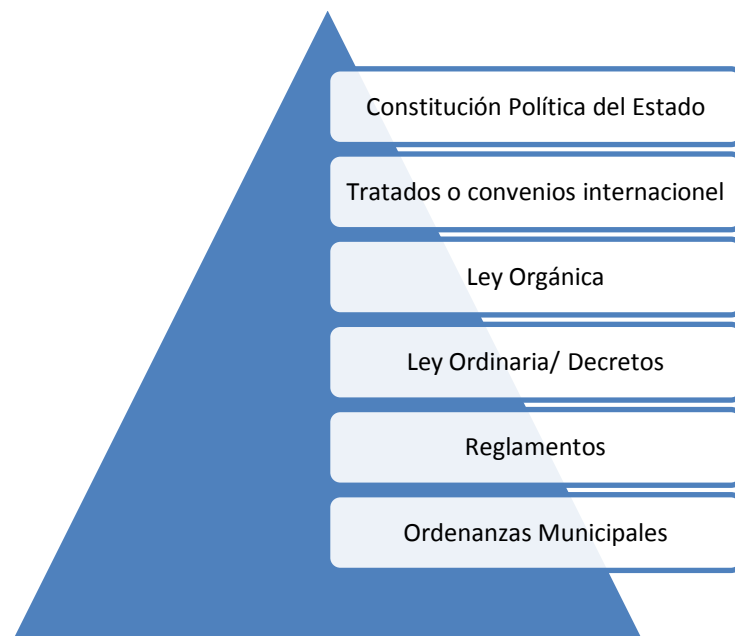
- Optimización del proceso y ahorro de costos mediante la reducción y el uso eficiente de materias primas en insumos en general.
- Mejoramiento de la eficiencia operativa de la planta.
- Mejoramiento de la calidad de los productos y consistencia porque la operación de la planta es controlada y por ende más predecible.
- La recuperación de algunos materiales de los subproductos.
- Reducción de residuos y, por ende, reducción de costos asociados a su correcta disposición

- Menores primas de seguros.
- Mejoramiento de la imagen de la empresa ante clientes, proveedores, socios, comunidad, entidades financieras, etc.

1.1.2 Base legal de Producción más limpia en el Ecuador

El marco legal ambiental sigue el esquema de la pirámide de Kelsen como lo señala la Figura 1, tomando en cuenta las leyes y ordenanzas vigentes en el Ecuador, referidas a la producción más limpia, además de tratados internacionales.

Figura 1. Pirámide de Kelsen



Fuente: Jerarquía de las normas jurídicas en la constitución del Ecuador 2009

Constitución política de la Republica del Ecuador 2008

- Art. 14 Sumak Kawsay (Buen vivir)

Se reconoce el derecho de la población a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado, que garantice la sostenibilidad y el buen vivir, *sumak kawsay*.

- Art. 15 Tecnologías Limpias

El Estado promoverá, en el sector público y privado, el uso de tecnologías ambientalmente limpias y de energías alternativas no contaminantes y de bajo impacto.

- Art. 83 y Art. 276 Preservación y recuperación del Ambiente

Art. 83: Respetar los derechos de la naturaleza, preservar un ambiente sano y utilizar los recursos naturales de modo racional, sustentable y sostenible.

Art. 276: Recuperar y conservar la naturaleza y mantener un ambiente sano y sustentable que garantice a las personas y colectividades el acceso equitativo, permanente y de calidad al agua, aire y suelo, y a los beneficios de los recursos del subsuelo y del patrimonio natural.

Tratados Internacionales

- Declaración de Río 1992

La Declaración de Río hace referencia a la producción más limpia como actividad importante en la protección ambiental basándose en los siguientes principios:

Principio 8: Para alcanzar el desarrollo sostenible y una mejor calidad de vida para todas las personas, los Estados deberían reducir y eliminar las modalidades de producción y consumo insostenibles y fomentar políticas demográficas apropiadas.

Principio 9: Los Estados deberían cooperar en el fortalecimiento de su propia capacidad de lograr el desarrollo sostenible, aumentando el saber científico mediante el intercambio de conocimientos científicos y tecnológicos, e intensificando el desarrollo, la adaptación, la difusión y la transferencia de tecnologías, entre estas, tecnologías nuevas e innovadoras.(ONU, 1992)

Leyes Nacionales

- Ley de Gestión Ambiental (Registro Oficial (R.O.) 245,30/07/1999) (Ambiente, 2010).

Art. 2: Gestión Ambiental

Art. 3: Proceso de Gestión Ambiental

Art.33, 34 y 35: Instrumentos de aplicación de normas ambientales

- Ley de prevención y control de la contaminación ambiental (Decreto supremo No. 374, R.O. 97, 21/05/1976).

Texto Unificado de la Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente 2003 (TULAS)

El objetivo del TULAS es actualizar la legislación en materia ambiental y permitir ubicar con exactitud la normativa vigente en cada materia.

Reglamento a la ley de Gestión Ambiental para la prevención y control de la contaminación ambiental 2004.

Este reglamento se ampara bajo la ley de Gestión Ambiental y de la Ley de Prevención y Control de la Contaminación Ambiental.

Código de la Salud

Decreto ejecutivo 1881, R.O. del 8 de Febrero de 1972. En el artículo 12 se establece la prohibición de eliminar elementos sin previo tratamiento.

Ley de Régimen Municipal

El objetivo de la ley es velar por el cumplimiento de las normas legales que tienen relación con ruido, olores desagradables, humo, gases tóxicos, emanaciones y demás factores que puedan afectar la salud y bienestar de la población, Art. 164 literal J.

Ley Forestal, de conservación de áreas naturales y vida silvestre y su reglamento 2004. R.O 418

Establece el patrimonio de áreas naturales del estado, constituido por el conjunto de áreas silvestres que se destacan por su valor protector, científico, escénico, educacional, turístico y recreacional, por su flora y fauna, o porque constituyen ecosistemas que contribuyen a mantener el equilibrio del ambiente.

Ordenanza No. 213- 2007 del Municipio del Distrito Metropolitano de Quito

Norma el trato de los residuos sólidos, los niveles de ruido, el control de la contaminación ambiental, los impactos ambientales y licencias ambientales.

1.1.3 Metodología para implementar un programa de producción más limpia

La metodología de producción más limpia se basa en las etapas descritas en la Figura2.

Figura 2. Etapas de un programa de producción más limpia



Fuente: ONUDI, 1999; GTZ, 2007, Etapas de un Programa de producción más limpia.

Las etapas de producción más limpia son las siguientes:

Primera etapa: Planeación y organización del Programa de producción más limpia:

En la fase de planeación y organización del programa de producción más limpia, se establece el compromiso de la empresa, indispensable para su implementación exitosa. También se da a conocer la iniciativa al personal y se definen los grupos de trabajo y sus responsabilidades.

Las actividades a desarrollar en esta fase son:

1. Involucrar y obtener el compromiso de la gerencia.
2. Establecer el alcance y las metas del programa.
3. Establecer el equipo conductor del proyecto (Eco equipo).
4. Identificar barreras y soluciones

a. Involucrar y obtener el compromiso de la gerencia

El compromiso de la Gerencia es la fuerza impulsora para el desarrollo del programa, pues implica disponer de recursos como humanos, financieros y materiales.

Para esto se debe resaltar los beneficios económicos, ilustrar los beneficios ambientales, los aspectos de mejoramiento de la calidad e indicar las ventajas debido al marketing.

b. Definir claramente las metas del Programa de P+L dentro de la empresa

Los miembros del equipo de trabajo deben establecer metas viables en todos los niveles de operación de la entidad. Para ello es necesario estimular la participación de todos los empleados claves y lograr un conocimiento y apropiación del proceso y de los resultados esperados. Una vez definidas las metas se debe elaborar un plan de acción que permita alcanzarlas en corto, mediano y largo plazo. Este plan debe establecer las metas y acciones de cada área del sistema productivo, los aspectos a mejorar, los recursos logísticos con los que se cuenta y los responsables directos del cumplimiento de cada meta. Es recomendable establecer fechas de cumplimiento.

c. Organizar el equipo de P+L

Para poder organizar un equipo de trabajo, es necesario dar a conocer al personal de la empresa los planes que se tienen respecto a la implementación de un programa de P+L. Se debe integrar un equipo responsable del mismo, que incluya a empleados claves de las distintas áreas de la empresa, con un alto nivel de compromiso. Todas las áreas de la organización deben estar representadas para lograr una identificación exhaustiva los aspectos a mejorar y para incrementar la masa crítica capaz de aportar propuestas de solución a los problemas encontrados. El equipo será el responsable de la coordinación del programa de P+L, de su implementación y del seguimiento de las medidas recomendadas. En lo posible, se sugiere establecer un plan de incentivos económicos acorde con los logros obtenidos. Al momento de conformar el equipo se recomienda tomar datos que serán imprescindibles para la correcta operación del programa. A continuación en la Tabla 1 se muestra el esquema para la formación del eco equipo.

Tabla1. Conformación de eco equipo

| Nombre | Sección | Cargo - Responsabilidad | Formación |
|--------|---------|-------------------------|-----------|
| | | | |
| | | | |

Fuente: Curso de Formación para líderes de proyectos de producción más limpia, Julio 2010.

Se debe designar a un representante o coordinador del equipo de P+L, que tenga la jerarquía y la autoridad necesarias para garantizar la implementación del programa. Es primordial que el coordinador asuma su tarea con un total compromiso, ya que de él dependerá el adecuado desarrollo del programa.

El coordinador debe ser capaz de motivar y persuadir al personal sobre los beneficios de la P+L y el cumplimiento de las metas trazadas. Para dar seguimiento a las actividades programadas, llevará registros de los avances, problemas y barreras encontradas; buscará soluciones a estos obstáculos; garantizará el cumplimiento de las metas e informará permanentemente a la gerencia sobre el avance del proceso.

d. Identificar obstáculos para el Programa de P+L

Al momento de establecer las metas del programa, se debe indicar los posibles obstáculos en el proceso y proponer soluciones. En esta actividad es de suma importancia la participación activa del personal clave, conocedor de las interioridades de sus respectivas áreas de trabajo.

Segunda etapa: Evaluación previa

La fase de evaluación del proceso en planta es crucial en la implementación de la P+L, ya que al efectuar el reconocimiento de las distintas etapas del proceso productivo se identifican Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y Amenazas (FODA). De este análisis se derivan las principales recomendaciones de mejora. Con la evaluación en planta se determina también la situación general de la empresa, los puntos críticos en el manejo de la energía, del agua y materia prima así como sus efectos financieros y ambientales.

Las actividades a realizar en esta etapa son:

- a. Reunir los datos generales de la empresa y del proceso de producción (volumen de materiales, residuos y emisiones en el flujo).
- b. Definir el diagrama de flujo del proceso: entradas y salidas.
- c. Llevar registros y mediciones de materias primas, consumos de agua y energía.
- d. Generar opciones.

a. Reunir los datos generales de la empresa y del proceso de producción

Se requiere obtener información sobre el volumen de materiales, residuos y emisiones en el flujo. Por lo tanto, mediante una lista de chequeo, se deben establecer indicadores de comparación que permitan evaluar los avances y logros obtenidos con las medidas adoptadas.

Así mismo, deben tomarse datos relevantes del proceso productivo para identificar oportunidades de mejora. Por ejemplo, si se lleva un registro de consumo ¿Cuáles son los rendimientos obtenidos por unidad de materia prima? También debe

analizarse si existen manuales de procesos o planes de mantenimiento, entre otros aspectos.

b. Definir el diagrama de flujo del proceso: entradas y salidas

Esta etapa consiste en evaluar las entradas y salidas en las distintas fases del proceso productivo, para poder identificar los residuos generados y definir los indicadores para su monitoreo. Al recorrer, analizar y diagramar el flujo del proceso se podrá visualizar los espacios físicos destinados para cada área, definir si la secuencia de las acciones es la más conveniente y generar las recomendaciones pertinentes.

El diagrama de flujo es uno de los elementos básicos para establecer indicadores productivos y de eficiencia en el uso de los recursos. Se recomienda describir y cuantificar, para cada una de las fases del proceso productivo, todas las entradas, salidas y costos asociados.

c. Llevar registros y mediciones de materias primas, consumos de agua y energía

Para establecer los registros y mediciones de materias primas, consumo de agua y consumo energético debe diseñarse un recorrido por la empresa, a lo largo del cual se resuelvan las siguientes interrogantes:

- *Áreas de especial interés*

Se debe contar con toda la documentación requerida para facilitar la identificación de indicadores de comparación, por ejemplo: recibos de consumo de energía, consumo de agua, compra de materiales, controles de inventario, etc., así como realizar mediciones in situ de aspectos de relevancia como niveles de iluminación, niveles de sonido en cuartos de máquinas, volúmenes de aguas residuales, etc.

Al momento de organizar el recorrido por la empresa, se debe considerar la participación del jefe de planta y del jefe de mantenimiento, así como sostener entrevistas con los encargados de bodega, de inventarios, de contabilidad de costos, operadores de equipo, etc.; ya que son los más indicados para identificar detalles sobre el movimiento diario de las entradas y salidas del proceso.

d. Generar opciones

Al momento de realizar el recorrido por la empresa, se deben identificar puntos críticos en las distintas áreas del proceso, haciendo énfasis en el uso eficiente de los recursos energía, agua y materia prima; así como en la generación de residuos de producción. Para esto, previo a realizar el recorrido, el equipo tendrá que tener claridad sobre los aspectos a evaluar y los datos a recopilar. Se recomienda elaborar un check list que facilite la evaluación de los procesos durante el recorrido.

La evaluación de la planta generará información sobre metas e intervenciones, que se incorporarán en el plan de acción. Dichas metas deberán ser ambiciosas dentro de los límites de la viabilidad económica social y ambiental de la empresa.

Tercera etapa: Estudio y evaluaciones

En esta fase se elaboran los análisis económicos, tecnológicos y ambientales de las oportunidades de mejora encontradas, para identificar las que sean factibles. Las actividades a realizar en esta etapa son:

- Evaluación técnica, económica y ambiental: considerando como estos elementos afectan a la producción, la calidad, el ambiente, los costos de inversión y beneficios.

Es necesario diferenciar los conceptos de aspecto ambiental e impacto ambiental, el cual el primero es un punto que se da por las actividades, productos y servicios que pueden afectar al ambiente, en cambio el impacto ambiental hace referencia a las afectaciones que se hace al ambiente como resultado de los aspectos ambientales.

- Definición de recomendaciones.
- Selección de las medidas a tomar.

a. Evaluación técnica, económica y ambiental

Una vez realizado el recorrido por la empresa, se tendrá que organizar la información recopilada y establecer indicadores que muestren los puntos críticos del proceso, los cuales podrán transformarse en las oportunidades de mejora a recomendar.

b. Definición de recomendaciones

Al hacer una recomendación es importante definir con claridad el tipo de medidas a tomar y su forma de implementación, los recursos logísticos y humanos necesarios, el costo preciso de inversión requerida, los resultados, beneficios económicos y ambientales que se obtendrán.

c. Selección de las medidas a tomar

Al momento de seleccionar las medidas a implementar, se debe analizar la relación costo beneficio de la inversión, así como el periodo de retorno de las acciones. Teniendo en cuenta que la P+L es un proceso de mejora continua las recomendaciones no son estáticas y dependerán de las condiciones de cada empresa que decidirá cuales implementar en función de los beneficios económicos, del ahorro de recursos o de la prevención de problemas ambientales.

Cuarta etapa: Elaboración de proyectos de P+L

Esta es la fase de ejecución en la que se concretan las recomendaciones establecidas mediante la asignación de recursos económicos, tecnológicos y humanos. Para la implementación se requiere:

- Establecer la fuente y el monto de los fondos destinados al proyecto
- Ejecutar las medidas recomendadas: asignación de recursos y determinación de los responsables de llevar a cabo estas medidas.
- Monitorear y evaluar las medidas implementadas, mediante el uso de indicadores que permitan medir el desempeño, de auditorías internas y de reportes de seguimiento.

a. Establecer la fuente y cantidad de fondos destinados al proyecto

Se debe asegurar que las acciones relacionadas con la implementación de P+L estén dentro del presupuesto financiero disponible. Una vez analizados los costos y beneficios de la intervención es necesario gestionar los fondos necesarios, para lo cual se recomienda establecer reuniones con la administración, gerencia y directiva.

b. Ejecución de las medidas recomendadas

Una vez asegurados los fondos para la implementación de las medidas, estos deben asignarse a las dependencias involucradas en su ejecución y reafirmar su responsabilidad.

c. Monitoreo y evaluación de las medidas implementadas

La implementación de acciones, debe ser precedida del diseño de un plan de control y seguimiento, en el que se definan participativamente indicadores de desempeño, puntos y tiempos de control, formatos de registro, informes y otras acciones que se consideren pertinentes para realizar un seguimiento adecuado.

Quinta etapa: Implementación y planes de seguimiento de un programa de P+L

Como ya se ha establecido, la implementación de P+L es la simple aplicación de una serie de pasos ordenados que conducen a una mejora continua. No obstante, debe recalcar que la metodología de implementación funciona como un círculo cerrado, ya que el proceso no termina con el desarrollo de las recomendaciones establecidas, sino que continua con una etapa de seguimiento de las mismas, para posteriormente identificar e implementar nuevas acciones.

1.2 Indicadores

1.2.1 Generalidades

Los indicadores presentan de forma resumida un gran volumen de informaciones en un número limitado de datos, proporcionando una fácil y rápida lectura. Estos datos sirven para apoyar decisiones de la dirección, definir metas y posibilitan cuantificar y medir los beneficios alcanzados.

1.2.2 Indicadores de Proceso

Valoran aspectos relacionados con las actividades. Están directamente relacionados con el enfoque denominado Gestión por Procesos. Hacen referencia a mediciones

sobre la eficacia del proceso. Habitualmente relacionan medidas sobre tiempos de ciclo, porcentaje de errores o índice de colas.

1.2.3 Indicadores Ambientales

Variable que señala la presencia o condición de un fenómeno que no puede medirse directamente. Por ejemplo, para evaluar el estado de calidad del aire puede observarse la presencia de determinados líquenes o en relación con la calidad de vida puede utilizarse el índice de población servida por redes de agua potable o medios de transporte.

Tipos de Indicadores Ambientales

Indicadores Absolutos: Son los focos primarios de cualquier evaluación ambiental, pues representan el consumo de materiales, energía, agua y otros insumos de la empresa (consumo de energía en Kw/h o de generación de residuos en ton). Pueden ser entendidos como la comprensión de los impactos ambientales.

Indicadores Relativos: Demuestran medidas de mejoras de la performance ambiental o general de la empresa y expresas a relacionar dos indicadores absolutos. Pueden ser expresos en kg/kg, m³/kg, %, entre otras unidades.

1.2.3.1 Huella de Carbono

1.2.3.1.1 Generalidades

La Huella de Carbono (HC) es una medida que trata de cuantificar la cantidad de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) expresada en equivalentes de CO₂ que son liberadas a la atmósfera como resultado de intervenciones humanas. Comprende todas las actividades o eslabones de un proceso que describe el ciclo de vida de un producto, desde las materias primas utilizadas hasta el desecho final como residuo. De esta manera, el consumidor puede tener una idea del potencial de contaminación de los productos que consume. (VIGLIZZO, 2010)

Las actuaciones en Huella de Carbono ayudan a distinguir a la empresa en un mercado cada vez más consiente y que valora preferentemente a las empresas y productos más sostenibles.

1.2.3.1.2 Normas Internacionales para el cálculo

Existen diversas normas y guías internacionales, unas con un enfoque de producto y otras con un enfoque corporativo. Todas estas herramientas tienen como objetivo dar credibilidad y aseguramiento a los informes de emisión de GEI.

Dentro de las metodologías para el cálculo de la Huella de Carbono de la organización las más relevantes son:

- ISO 14064
- GhG Protocol
- MC3

La norma ISO 14064: Gases de efecto invernadero tiene como objetivo dar credibilidad y aseguramiento a los informes de emisión de GEI y a las declaraciones de reducción o eliminación de los mismos. Esta norma puede ser usada por cualquier organización. En la parte 1 de la norma ISO 14064 se detallan los principios y requerimiento para el diseño, en la parte 2 se focaliza en proyectos sobre GEI específicamente diseñados para reducir las emisiones de GEI o aumentar la remoción de GEI y la parte 3 describe los procesos de verificación y validación.

El GhG Protocol, es una iniciativa puesta en marcha por el World Resources Institute (WRI) y el World Business Council for Sustainable Development (WBCSD), apoyada además por numerosas empresas, organizaciones no gubernamentales y administraciones públicas. El GhG Protocol provee una guía minuciosa para empresas interesadas en cuantificar e informar de sus emisiones de GEI.

La metodología MC3 se basa en la Huella Ecológica y presenta un “enfoque a la organización” que incluye una orientación “bottom-up” para los productos de entrada y “top-down” para los productos de salida permitiendo el cálculo simultáneo de la huella de organizaciones y de productos. La totalidad de los datos se obtiene a partir

de las cuentas contables de la organización lo cual permite una relación total entre el aspecto económico y el aspecto ambiental de la organización.

1.2.3.1.3 Principios para el cálculo de la Huella de Carbono

Los principios para el cálculo de la Huella de Carbono, están basados en los principios de la contabilidad financiera, intentan fortalecer y ofrecer orientación, para asegurar que la información ofrecida será verdadera, creíble y representará una fiel imagen de las emisiones de GEI de la empresa. Estos principios son los mismos que consideran todas las metodologías de cálculo antes contempladas.

Relevancia

El principio de relevancia garantiza que la Huella de Carbono refleja de manera apropiada las emisiones de una empresa y que sea un elemento objetivo para la toma de decisiones. La Huella de Carbono cumple con el principio de relevancia si en el cálculo se incluye la información que es determinante para obtener datos que son fiel imagen de las emisiones de GEI de la empresa. Para ello, se debe considerar la actividad económica desarrollada y no solamente la forma legal de la empresa. Es decir, dentro del cálculo de la Huella de Carbono se deben incluir las emisiones de GEI de las que la empresa haya sido responsable por el desarrollo de su actividad.

Integridad

La Huella de Carbono cumple con el principio de integridad si todas las fuentes de emisión relevantes y todas las emisiones, que están dentro de los límites del inventario, están contabilizadas. A veces, la dificultad de disponer de información, puede llevar a la empresa a omitir o incluir determinada información, con lo que se incurriría en el incumplimiento del principio de integridad. Es posible realizar estimaciones, y éstas son aceptadas siempre que se justifiquen y documenten de forma transparente.

Consistencia

El informe de Huella de Carbono debe permitir a los usuarios seguir y comparar los datos a lo largo del tiempo. Para garantizar el cumplimiento del principio de

consistencia, se deben usar metodologías que permitan comparaciones de las emisiones a lo largo del tiempo. Si se producen cambios en el límite del inventario, en los métodos de cálculo o en cualquier otro factor, estos deben ser documentados para asegurar la consistencia y la comparabilidad.

Transparencia

La Huella de Carbono cumple con el principio de transparencia si la información es presentada y publicada de forma clara, efectiva, neutral y comprensible y basada en documentación sólida, transparente y auditable. El cumplimiento del principio de transparencia garantiza que se atienden todas las cuestiones significativas o relevantes de manera objetiva y coherente y que se explican las metodologías de cálculo utilizadas, así como las fuentes de información. La mejor forma de garantizar la transparencia es la verificación externa independiente.

Precisión

Los datos para el cálculo de la Huella de Carbono deben ser ciertos y no contener errores sistemáticos o desviaciones con respecto a las emisiones reales, de tal manera que la incertidumbre sea reducida en la medida de lo posible. Cuando no se disponga de datos reales y se recurra a la realización de estimaciones, estas deben ser razonables y estar documentadas.

Para poder realizar los cálculos de la Huella de Carbono es necesario seguir los siguientes pasos:

- a) Definir el alcance de la Huella de Carbono
- b) Definir el periodo para el cual se va a realizar el calculo
- c) Puntualizar los datos que debe incluir el cálculo y las Fuentes de Generación de GEI.
- d) Recopilación de Datos
- e) Elaborar una plantilla de referencia

Definir el alcance de la Huella de Carbono

Definir el alcance significa establecer cuáles son las fuentes generadoras de GEI que se van a considerar para la Huella de Carbono y cuáles las que no se van a considerar.

Para elaborar la Huella de Carbono habitualmente se establecen tres posibles alcances:

- **Alcance 1:** emisiones directas de GEI. Las emisiones directas de GEI se producen por las fuentes que son propiedad de la empresa o están controladas por la empresa.
- **Alcance 2:** emisiones indirectas de GEI asociadas a la adquisición de electricidad. Las emisiones del alcance 2 se generan físicamente en la planta que produce la electricidad pero la energía es consumida en las instalaciones y procesos de la empresa que calcula su Huella de Carbono.

Las emisiones indirectas asociadas a la electricidad son una categoría especial de emisiones indirectas, porque no supone una emisión directa, para muchas empresas representa la oportunidad más significativa de reducir sus emisiones y sus costos, a través de medidas de ahorro de energía y de eficiencia energética.

- **Alcance 3:** Las emisiones del alcance 3 son consecuencia de la actividad de la empresa, pero ocurren en fuentes que no son de su propiedad ni están controladas por ella. El alcance 3 es opcional pero facilita la oportunidad de innovar en la administración de GEI.

Definir el periodo para el cual se va a realizar el cálculo

Una vez tomada la decisión de elaborar la Huella de Carbono, el primer paso es decidir el periodo para el que se van a realizar los cálculos. Lo más recomendable es hacerlo para el periodo de 1 año, el motivo de tomar como periodo de reporte un año, es hacer la información que proporciona la Huella de Carbono, coherente con

otros indicadores económico-financieros, medio ambientales o de responsabilidad social corporativa que ya pueda estar elaborando la empresa.

Puntualizar los datos que debe incluir el cálculo y fuentes de generación GEI.

Para elaborar la Huella de Carbono de una empresa es necesario considerar las actividades sobre las que se ejerce el control o de las que se es propietario.

Se deben incluir los datos de todas las instalaciones de las que es propietaria la empresa al 100% y aquellas que controla, de forma financiera u operativa. Esto garantizará que la Huella de Carbono incluye toda la actividad de la empresa y las fuentes que pueden implicar la generación de GEI las cuales pueden ser: equipo que generan electricidad, calor, iluminación o vapor utilizados en oficinas o instalaciones de almacenamiento de mercancías. Mantenimiento de vehículos, transporte, considerando automóviles, furgonetas, motocicletas, camiones, etc.

El cálculo de la Huella de Carbono se realiza en base a la siguiente fórmula:

$$\text{Cantidad} \times \text{factor de Conversión} = \text{ton CO}_2$$

Factor de emisión de CO₂

Los factores de emisión son herramientas que permiten estimar la cantidad de emisiones de un determinado contaminante, generada por la fuente en estudio. Varían no solamente de acuerdo con el tipo de combustible sino con la actividad en la que se aplique su proceso de combustión (generación de energía, procesos industriales, aplicaciones residenciales) y la tecnología utilizada para tal fin (calderas, hornos, estufas). En este sentido, existen factores de emisión por combustible, proceso y tecnología, de tal manera que en la medida en que se avanza en el grado de detalle, el factor de emisión resulta más exacto. En la tabla 2 se muestra los factores de emisión que se aplican para Quito.

Tabla 2. Factor de emisión de CO2

| Factor de Conversión o Factor de Emisión | Unidades |
|-----------------------------------------------------|----------------------------|
| GASOLINA | 2,32 kg CO2/m ³ |
| DIESEL | 2,68 kg CO2/L |
| PAPEL | 1,6 kg CO2/Res |
| ENERGÍA | 0,26 kg CO2/Kwh |

Fuente: Panel Intergubernamental para el Cambio Climático (IPCC) 2010

Recopilación de datos

Una vez que la empresa define el alcance se debe iniciar el proceso de recopilación de datos para cada uno de ellos de la siguiente manera:

Para tomar los datos del alcance 1, la empresa debe analizar las facturas de compras que ha realizado durante el periodo anteriormente especificado, generalmente es posible obtener este dato a partir de la información contable; se debe incluir el consumo tanto las compras realizadas como las compras para el funcionamiento de los elementos de la empresa. Si la empresa no dispone de datos de consumos, se puede realizar el cálculo de forma alternativa a partir de los Km recorridos por cada uno de los vehículos, m³ de agua utilizada, etc.

Para tomar los datos del alcance 2, la empresa debe recopilar las facturas de electricidad para todo el periodo e introducir la suma total de los Kw/h consumidos.

Elaborar una plantilla de referencia

Para iniciar el proceso de cálculo se puede elaborar una plantilla, en donde se recogen las actividades generadoras de GEI, junto con los datos y los factores de conversión adecuados para cada una de las fuentes generadoras de GEI.

1.2.3.2 Huella Hídrica de un Producto

1.2.3.2.1 Generalidades

La Huella Hídrica de un producto o servicio se define como el volumen total de agua dulce que se utiliza directa o indirectamente para originar el producto. Se calcula considerando el consumo de agua y la contaminación en todas las etapas de la cadena de producción. El procedimiento contable es similar en todo tipo de productos, ya sea los derivados del sector agrícola, industrial o de servicios. La Huella Hídrica de un producto se combina de tres componentes: verde, azul y gris.

Con el fin de estimar la Huella Hídrica un producto o servicios, tendremos que empezar a estudiar la forma en que se produce tal producto o servicio. Por esa razón, hay que identificar el "sistema de producción". Un sistema de producción consiste en una secuencia de etapas de proceso. Teniendo en cuenta el hecho de que hay muchos productos o servicios, que requieren múltiples procesos, a menudo sucede que existen varios procesos múltiples con anterioridad a otro proceso. En tal caso, no tendremos una cadena lineal de las etapas del proceso, sino más bien un "árbol" del producto.

Para calcular la Huella Hídrica de un producto o servicio, habrá que dividir al sistema de producción en un número limitado de pasos vinculados del proceso. Además, cuando se tiene la intención de ir más allá de un análisis muy superficial basado en medias globales, habrá que especificar los pasos en el tiempo y el espacio, lo que significa que se tendrá que investigar el origen de las entradas de los productos o servicios.

1.2.3.2.3 Principios para el cálculo de la Huella Hídrica de un producto

***Huella Hídrica Azul* ($WF_{\text{proc,blue}}$)**

La Huella Hídrica azul es el volumen de agua de uso consecutivo, la cual fue tomada de aguas superficiales como por ejemplo aguas tomadas de lagunas, acuíferos, ríos, etc. En nuestro caso serán los datos que se obtienen de las diferentes captaciones.

Huella Hídrica Verde ($WF_{proc,green}$)

La Huella Hídrica verde se refiere al agua producto de la precipitación sobre la tierra que no provoque escorrentía o se sume a las aguas subterráneas, pero que se mantenga en el suelo o su superficie o la vegetación.

Huella Hídrica Gris ($WF_{proc,greys}$)

La Huella Hídrica gris de una fase del proceso es un indicador del grado de contaminación del agua dulce que se puede asociar con tal fase del proceso. Se define como el volumen de agua dulce que se requiere para asimilar la carga de contaminantes comparado con las concentraciones normales y las normas de calidad de agua.

Huella Hídrica de un Proceso (WF_{proc})

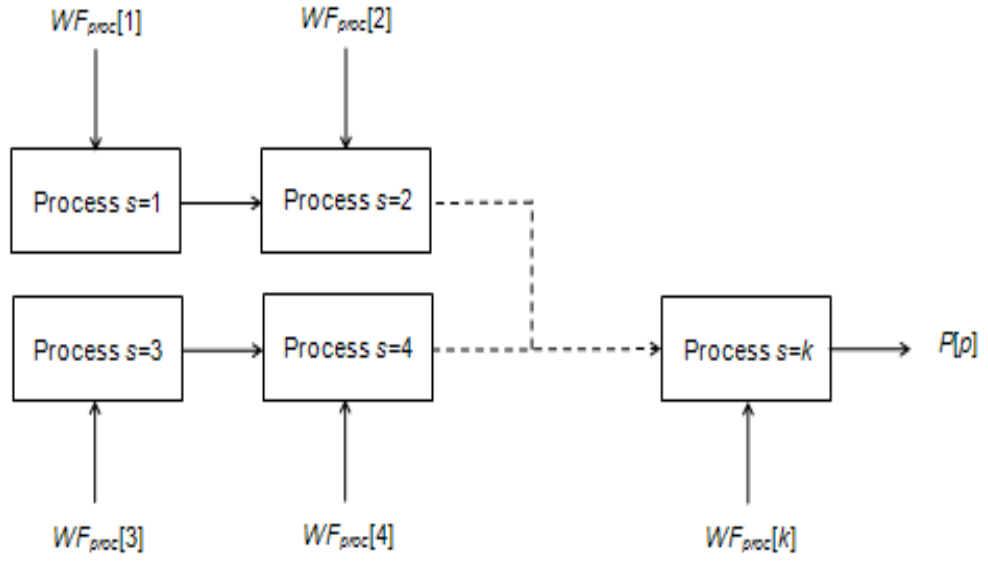
La Huella Hídrica de proceso (WF_{proc}), se refiere a la suma de los componentes verde, azul y gris, el cual se lo representa en la siguiente ecuación:

$$WF_{proc} = WF_{proc,green} + WF_{proc,blue} + WF_{proc,greys} \text{ [Volumen/masa]}$$

Metodología para el desarrollo de la Huella Hídrica de un producto

La Huella Hídrica de un producto se calcula mediante el enfoque de la suma de la cadena, el cual se puede aplicar sólo para productos y servicios concretos; este enfoque es el más simple, pero sólo se puede aplicar en el caso de un sistema de producción que elabore un solo producto de salida. Como podemos observar en la Figura 3.

Figura 3. Esquematzación del sistema de producción de un producto



Fuente: Manual de Evaluación de la Huella Hídrica, 16 de Octubre del 2010

En este sistema de producción simple, la Huella Hídrica de producto p (volumen / masa) es igual a la suma de las aguas de proceso pertenecientes a las huellas divididas por la cantidad de producción del producto p :

$$WF_{prod}[p] = \frac{\sum_{s=1}^k WF_{proc}[s]}{P[p]} \quad [\text{Volumen / masa}]$$

Dónde:

- $WF_{proc}[s]$ es la Huella Hídrica de proceso de pasos (volumen / tiempo),
- $P[p]$, la cantidad de producción

CAPITULO II

2 Descripción de la empresa

2.1 Presentación de la EPMAPS-Q

La EMAAP-Quito (Empresa Metropolitana de Saneamiento y Agua Potable de Quito) es una entidad con personería jurídica administrativa, operativa y financiera, que se rige por la ley de régimen municipal, su ordenanza de constitución y demás disposiciones legales y reglamentarias.

Su objetivo fundamental es la prestación de los servicios de agua potable y saneamiento, para preservar la salud de los habitantes y obtener una rentabilidad social en sus inversiones, así como también cuidar el entorno ecológico y contribuir al mantenimiento de las fuentes hídricas del cantón Quito e integrar los proyectos de agua potable y saneamiento dentro de los programas ambientales.

La EPMAPS-Q cuenta con cuatro sistemas como son: Sistema Papallacta Integrado, Sistema La Mica Quito Sur, Sistema Pita y Noroccidente, derivándose de estas tanto plantas urbanas como rurales encargadas de la potabilización de agua para su posterior distribución. A continuación se presenta la Tabla 3 que describe cada una de las plantas de la EPMAPS-Q.

Tabla3. Plantas de agua potable de Quito

| Plantas Urbanas | Plantas Rurales |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <ul style="list-style-type: none">• Bellavista• Puengasi• El Troje• Toctiuco• Torohuco• Noroccidente• Uyachul• Chilibulo Alto• Rumipamba• El Placer• Pichincha Sur | <ul style="list-style-type: none">• Conocoto• El Quinche• Checa• Yaruquí• Tababela• Guayllabamba• Calluma• Calluma (Paquete)• Chaupimolino (Paquete)• Linea Aeropuerto• Iguíñaro (Paquete)• Linea Oyambarillo• Yaruqui (Paquete)• Tababela (Paquete)• Checa (Paquete)• Bello Horizonte• Bello Horizonte (Paquete)• El Quinche (Paquete)• El Quinche (Paquete) - Papallacta• El Quinche (Paquete) Canal Iguíñaro• Otón de Velez 1• San Juan (Experimental)• Tesalia• El Molino• Villacís (Paquete) |

Fuente: Empresa Pública Metropolitana de Agua Potable y Saneamiento de Quito 210

2.2 Descripción de los Sistemas de estudio

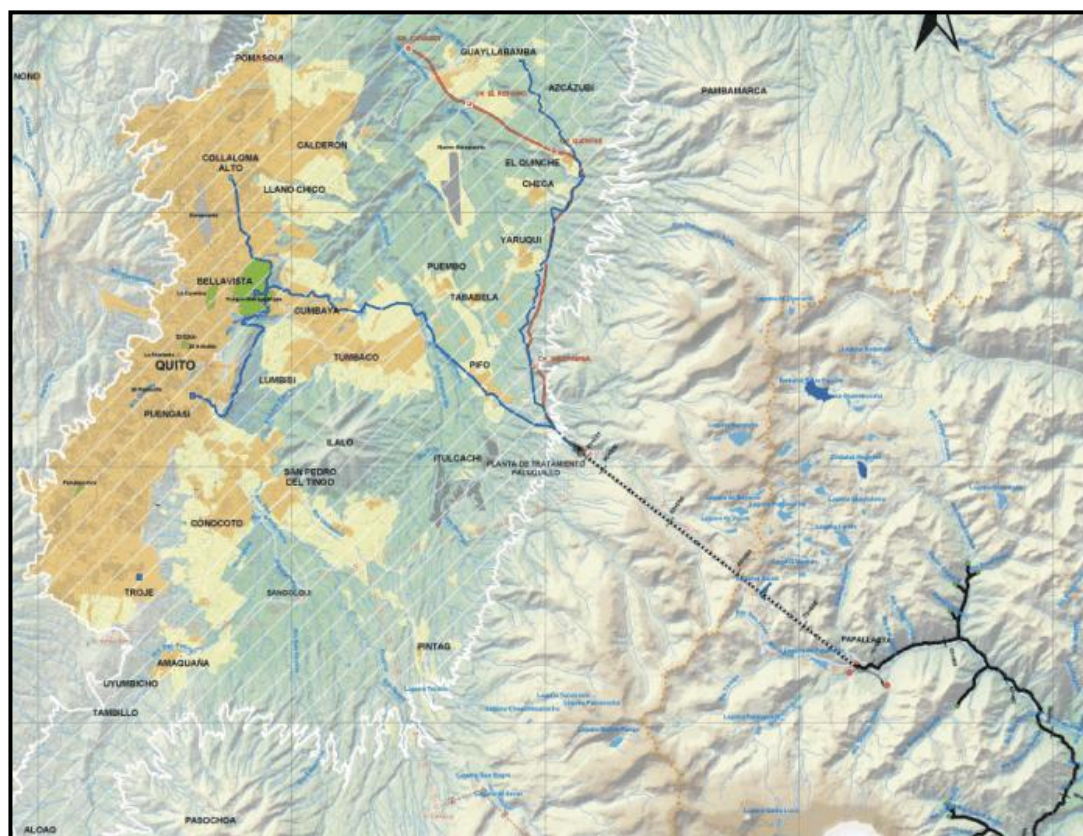
2.2.1 Sistema Papallacta Integrado

2.2.1.1 Localización del Proyecto

El Sistema Papallacta está ubicado en la Reserva Cayambe - Coca. En su primera etapa suministra agua a la ciudad de Quito desde la parroquia Papallacta, del cantón Quijos en la provincia de Napo, donde se construyó la represa Salve Faccha. A partir

de este se desarrolla un acueducto en tubería de acero, que conduce el agua cruda hacia el norte de la ciudad de Quito, lugar en donde se ha construido una Planta de Tratamiento de Agua Potable denominada Bellavista, como se muestra en la Figura 4.

Figura 4. Ubicación del sistema Papallacta Integrado



Fuente: Empresa Pública Metropolitana de Agua Potable y Saneamiento 2010

2.2.1.2 Descripción General de los Tramos del Sistema

2.2.1.2.1 Tramo 1 (Impulsión)

Las fuentes de abastecimiento del tramo son los ríos Blanco Chico, Tuminguina y Papallacta que sumados aportan un caudal de 4.6 m³/s y que transportan el agua hasta la Estación Elevadora.

- **Rio Blanco Chico** con un caudal de 0.7 m³/s.
- **Río Tuminguina** con un caudal de 2.2 m³/s.
- **Río Papallacta** con un caudal de 1.7 m³/s.

El Tramo No 1 está conformado de tres estaciones de bombeo, que permiten transportar el agua desde la pileta de la Estación Elevadora hasta la entrada del túnel Quito superando un desnivel de 600 m. Dichas estaciones son Elevadora (3122 msnm), Booster 1 (3142msnm), Booster.2 (3446 msnm) que permiten enviar las aguas desde la zona de pre tratamiento, hasta la entrada del túnel de conducción, donde las aguas circulan por gravedad, en forma de canal abierto.

2.2.1.2.2 Tramo 2 (Optimización Papallacta)

El ramal principal comienza en el río Salve Faccha, margen derecha del Río Oyacachi, situado a 3893 msnm y tiene un desarrollo total de 35.5 km, que incluye aducciones laterales. La conducción cuenta con dos túneles:

- **Guaytaloma** con una longitud de 2602 m.
- **Baños** con una longitud de 1150 m.

El proyecto está compuesto por:

- Presa Salve Faccha.
- Dique de regulación en el desagadero de la laguna Mogotes
- Captaciones fluviales directas en los ríos: Chalpi, Quillugsha 2 y 3, Mogotes, Guaytaloma, Gonzalito, Glaciar, Venados y Vikingos.

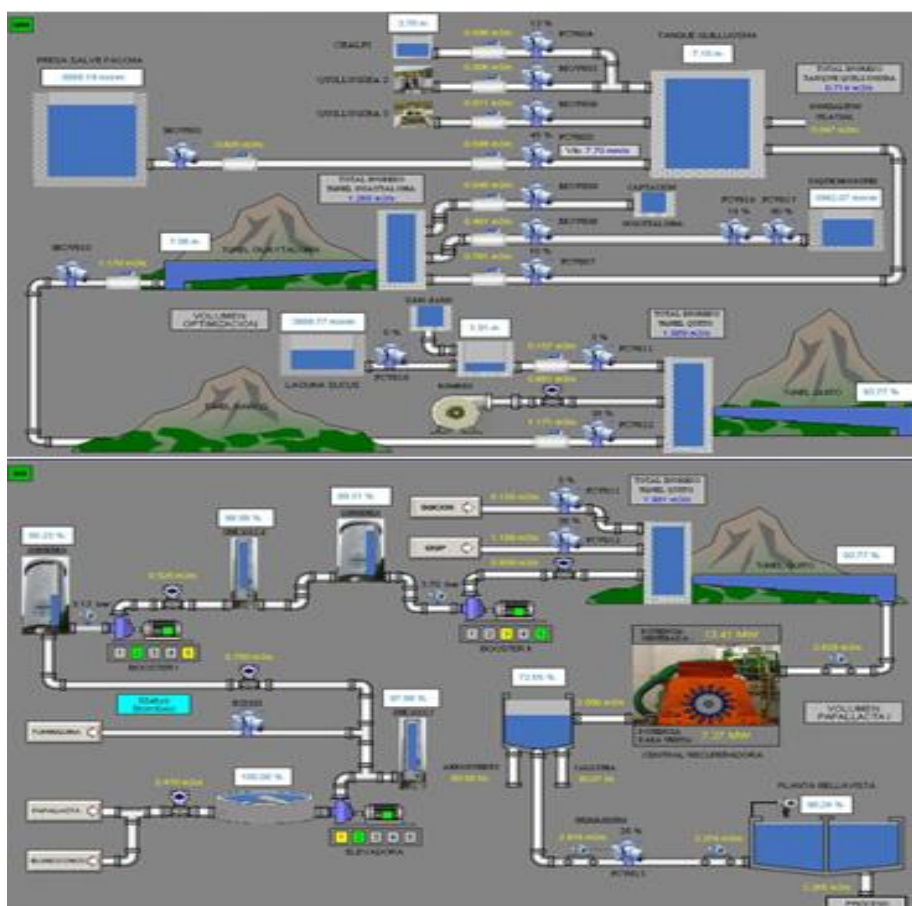
2.2.1.2.3 Tramo 3 (Tubería De Presión Y Conducción Inferior)

El tercer tramo comprende una línea de conducción por gravedad, la que luego de un recorrido de 35,5 km se conecta con la planta de tratamiento de Bellavista de la ciudad de Quito.

En este acueducto, a los 11 Km se encuentra la Central Hidroeléctrica Recuperadora, donde se aprovecha la energía cinética del agua para la generación de energía eléctrica para autoconsumo y venta en el mercado eléctrico nacional.

Toda la tubería se encuentra revestida interiormente con pintura epóxica, exteriormente con cinta de polietileno de baja densidad y posee un sistema de protección catódica.

Figura 5. Sistema Papallacta Integrado



Fuente: EPMAPS-Q, SISTEMA SCADA 2010

2.2.1.3 Descripción de las obras que componen el Proyecto

2.2.1.3.1 Estación Elevadora

La trayectoria de agua se inicia en la pileta de Estación Elevadora (3122 msnm) en la cual se encuentran ubicadas 5 bombas centrífugas verticales que impulsan el caudal hasta la estación Booster I (3142 msnm).

En la Tabla 4 se detallan los datos técnicos de la estación elevadora del sistema Papallacta Integrado.

Tabla 4. Datos técnicos de la estación Elevadora

| Parámetros | Descripción |
|---------------------------|--------------------------|
| Altitud | 3122 msnm |
| Unidad vertical de bombeo | 5 |
| Potencia/unidad | 476 KW |
| Voltaje nominal | 6.6 KV, 60 Hz, Trifásico |
| Velocidad | 900 rpm |
| Caudal /unidad | 750 L/seg |
| Pileta de reserva | 38000 m ³ |
| Operación | Local y remota |

Fuente: EPMAPS-Q, Sistema Papallacta Integrado, 2010

2.2.1.3.2 Estación Booster I

Estación Booster I (3142 msnm) equipada con 5 bombas centrífugas horizontales. Desde aquí se impulsa a la Estación Booster II (3416 msnm). En la Tabla 5 se puede observar los datos técnicos de la estación Booster 1.

Tabla 5. Datos técnicos de la estación Booster I

| Parámetros | Descripción |
|---------------------------|---------------------------|
| Altitud | 3142 msnm |
| Unidad vertical de bombeo | 5 |
| Potencia/unidad | 2800 KW |
| Voltaje nominal | 6.6 KV, 60 Hz, Trifásico |
| Voltaje | 6,6 KV, 60Hz, trifásico |
| Velocidad | 3600 rpm |
| Caudal /unidad | 750 L/seg |
| Subestación eléctrica | 6.6 KV a 138 KV , 14.7 MW |

Fuente: EPMAPS-Q, Sistema Papallacta Integrado, 2010

2.2.1.3.3 Estación Booster II

La Estación Booster II (3416 msnm) está equipada también con 5 bombas centrífugas horizontales que permiten llegar por bombeo hasta la Entrada al Túnel Quito (3725 msnm). A continuación en la Tabla 6 se detallan los datos técnicos de la estación Booster 2.

Tabla 6. Datos técnicos de la Estación Booster II

| Parámetros | Descripción |
|---------------------------|--------------------------|
| Altitud | 3416msnm |
| Unidad vertical de bombeo | 5 |
| Potencia/unidad | 2800 KW |
| Caudal /unidad | 750 L/seg |
| Subestación eléctrica | 6.6 KV a 138 KV, 14.7 MW |
| Voltaje /unidad | 6.6 KV, 60 Hz, trifásico |
| Velocidad | 3600 rpm |
| Caudal/ unidad | 750 L/seg |

Fuente: EPMAPS-Q, Sistema Papallacta Integrado, 2010

2.2.1.3.4 Túnel Quito

A la Entrada del Túnel Quito (3725 msnm) culmina la etapa de impulsión, dando inicio a la etapa de conducción por gravedad; este túnel perforado en roca, posee una pendiente de 1/1000, un diámetro de 3.35m y una longitud de 6.1 Km. El perímetro del túnel se encuentra revestido con pre moldeados de hormigón en su zona inferior, y hormigón proyectado con armadura de acero en el resto del mismo.

Desde la salida del Túnel (3717 msnm) se encuentra instalado un tramo de 6 Km de tubería reforzada de 48 pulgadas que conecta a la central Recuperadora de energía. La central hidroeléctrica Recuperadora instalada en el tramo a gravedad, tiene una potencia máxima de 14,7 Mw y su finalidad es recuperar parte de la energía que se requiere en el sistema de bombeo.

2.2.1.3.5 Estación Recuperadora

La central hidroeléctrica de recuperación de energía se ubica a 3110 msnm, y aprovecha el tramo a gravedad de 607 m de altura (aproximadamente: 882 psi de presión), desde el portal de salida del Túnel Quito, ubicado a 3717 msnm.

La potencia instalada del grupo es de 14.7 MW compuesta por una turbina Pélton de eje horizontal, un generador sincrónico trifásico de 720 RPM y un sistema bypass. Este último en un ramal paralelo a la turbina hidráulica se halla instalada una válvula reductora de presión tipo polyjet. Por requerimientos de mantenimiento o debido a salidas de operación del grupo turbina generador, sea por causas internas o externas, automáticamente ingresa a operar el ramal disipador evitando la suspensión del abastecimiento de agua a la planta Bellavista.

- ***Datos Técnicos del generador***

Potencia: 14.76 MW

Velocidad de rotación: 720 rpm

Año de fabricación: 1989

Fabricante: Schorch – Alemania

- ***Datos técnicos de la turbina***

Altura bruta: 634.9 m

Altura neta: 606.9 m

Número de inyectores: 3

Diámetro medio del rotor D_i : 1270mm

Número de alabes: 21

Diámetro exterior del rotor D_a : 1603mm

Velocidad de rotación: 720 rpm

Sentido de giro: Contra las agujas del reloj.

Caudal: 3m³/s.

- ***Bypass***

Válvula de contención

Válvula mariposa

Válvula disipadora

Caudal: 3 m³

- ***Pileta de compensación***

Capacidad: 450 m³

- ***Subestación eléctrica***

6.6 Kv a 138 Kv

2.2.1.3.6 Línea de alta tensión

Tanto las estaciones de bombeo como la central hidroeléctrica se hallan eléctricamente interconectadas por una línea de alto voltaje de 138.000 voltios, directamente al “Sistema Nacional Interconectado”. Naturalmente, cada estación dispone de su respectiva subestación de transformación, las cuales sirven para el acoplamiento a la línea de transmisión de energía en línea, con el objeto de disminuir el consumo de la subestación de origen.

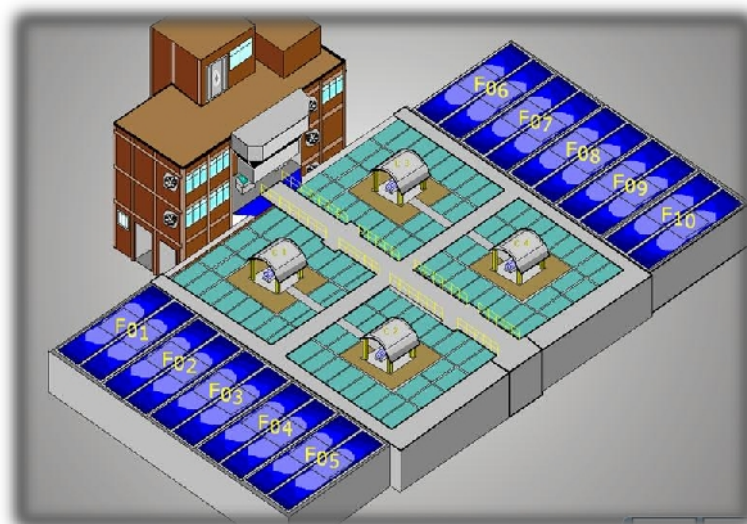
El abastecimiento del fluido eléctrico que permite el funcionamiento de cada una de las estaciones de bombeo, se realiza a través de una línea de alta tensión de 138 Kv y 60 Hz que, a lo largo de 54 Km, une las localidades de Santa Rosa y Papallacta. El sistema de alimentación se completa con tres subestaciones transformadoras de 18MVA cada una, además una estación recuperadora de energía y un sistema de adquisición de datos y atamamiento.

2.2.1.3.7 Planta de tratamiento de agua potable Bellavista

La planta de tratamiento de agua potable, está ubicada en el sector nororiental de la ciudad de Quito; en la calle Guanguiltahua S/N, junto al parque Metropolitano. El personal está comprendido de la siguiente manera: jefatura, personal de mantenimiento, personal de administración, personal de laboratorio, operadores, bodegueros, conductores, personal de vigilancia.

En la Figura 6 se evidencia al edificio de la planta está distribuido de la siguiente manera:

Figura6. Instalaciones de la planta de tratamiento de agua potable Bellavista



Fuente: EPMAPS-Q (Sistema SCADA) 2010

- **Subsuelo**

Sala de bombas.

Túnel de barro (ubicado en la parte externa del edificio).

- **Planta Baja**

Sala de dosificación y almacenamiento de polímero.

Sala de aire comprimido.

Área de mantenimiento.

Área de desinfección (ubicada en la parte externa del edificio).

- **Primer Piso**

Centro de control de motores.

Jefatura de sistemas especiales.

Laboratorio químico.

Oficina de mantenimiento.

Mantenimiento de sistemas especiales.

Biblioteca.

Laboratorio de operación.

Cámara de dispersión.

Área de tratamiento (clarificadores y filtros ubicados en la parte externa del edificio).

Bodega de limpieza.

- **Segundo Piso**

Jefatura del sistema.

Sala de uso múltiple.

Jefatura de producción.

Sala de control.

Sala de ingeniería.

Servicio dental.

Laboratorio de electrónica.

Bodega general.

Mantenimiento de sistemas de plantas.

Dosificación y almacenamiento de sulfato de Aluminio.

- **Tercer Piso**

Motor y elementos del montacargas.

2.2.1.3.7.1 Etapas de la planta de tratamiento de agua potable Bellavista

La planta de tratamiento de agua potable Bellavista está constituida de las siguientes etapas:

- a) Reserva de agua cruda.
- b) Sistema de dosificación de productos químicos.
- c) Mezcla rápida.
- d) Clarificación.
- e) Filtración.
- f) Desinfección.
- g) Reserva de agua tratada.

- h) Sistema de distribución.
- i) Sistemas complementarios.

a) *Reserva de agua tratada.*

El acueducto que conduce las aguas desde las fuentes posee un diámetro de 1,80 metros, el cual termina en un estanque de 61000 metros cúbicos de capacidad, dividido en dos partes simétricas, intercomunicadas mediante compuertas. La conformidad de dos partes iguales, tiene la finalidad de poder vaciarlos alternadamente para realizar la limpieza y el mantenimiento periódico de los componentes instalados. El estanque está provisto de todos los mecanismos de control y medición, tanto de acceso como de salida, este tanque permite compensar el caudal que proviene del acueducto con relación al caudal de demanda de consumo de la ciudad. El control de ingreso del agua cruda proveniente del tanque se realiza mediante una válvula tipo mariposa de accionamiento electro-hidráulico la cual regula la cantidad de agua que ingresa a la planta.

b) *Sistema de dosificación de productos químicos*

Los contaminantes que el agua cruda arrastra consigo forman la turbiedad que puede ser causada por la presencia de partículas suspendidas de gases, líquidos y sólidos tanto orgánicos como inorgánicos y que pueden afectar a la salud humana.

El tratamiento consiste en reducir estos factores a límites lo más bajo y permisibles. La eliminación del color y la turbiedad se consigue con la adición de productos químicos en el agua cruda como son: sulfato de aluminio en forma líquida y polímero sintético de alto peso molecular y alta solubilidad en agua, estos aglomeran las partículas en suspensión y coloides (partículas tan finas que no sedimentan si no se someten a una coagulación previa). La adición de estos productos químicos es estrictamente controlada por medio de dosificadores que dan paso a la cantidad exacta de reactivo.

En la planta se encuentra instalado un dosificador automático de sulfato de aluminio líquido, obteniendo óptimos resultados en el proceso de tratamiento de agua.

c) *Mezcla rápida.*

El agua cruda ingresa a dos cámaras de dispersión con un caudal de 3 metros cúbicos por segundo, en donde se aplica la solución concentrada de sulfato de aluminio al 5% como coagulante primario. Para producir la dispersión (distribución uniforme) del reactivo en la masa de agua cruda y obtener una mezcla homogénea existe en cada cámara un equipo de agitación mecánico de eje vertical de tipo plato y barra, accionado por un motor eléctrico de 50 Hp cada uno. Aquí se produce el fenómeno de coagulación, es decir la reacción química del sulfato de aluminio con los elementos que originan la turbiedad y el color, dando lugar a la formación de pequeños flóculos (conjunto de partículas pequeñas aglutinadas en partículas más grandes y con mayor capacidad de sedimentación), el tiempo de disolución total del sulfato de aluminio es de 5 minutos con una agitación suave. El control de los motores eléctricos permite una variación de la velocidad de agitación en dos rangos que son 900 y 316 radianes/segundo.

d) *Clarificación.*

Las unidades que realizan esta tarea se denominan clarificadores, que en número de 4 tienen la función de desarrollar los procesos de floculación y sedimentación. Los pequeños flóculos contenidos en el agua necesitan de una mezcla lenta, para su crecimiento llamado floculación, esta aglomeración es mejorada, con la adición previa de un polímero, de alto peso molecular, que aglutina a los flóculos para darles mayor peso y se facilite su sedimentación. Esta mezcla lenta es proporcionada por un agitador mecánico accionado por un motor eléctrico, equipado en tal forma que pueda variar la velocidad de agitación según el proceso lo requiera.

El clarificador es un tanque cuadrado de 2,7 metros de lado y 5 metros de profundidad, en el centro existe una especie de campana, que forma un tronco de pirámide suspendido, en donde va alojado el agitador. El rango de operación de este tipo de unidades es amplio pudiendo clarificar aguas de bajísimas turbiedades hasta aguas con 80-100 NTU y mayores.

La unidad de turbiedad (NTU), es definida "como la obstrucción óptica de la luz, causada por una parte por millón de sílice en agua destilada".

La alta concentración de flóculos en el agua le da una tonalidad marrón, es el manto de barros, que se mantiene flotante por efecto de la agitación.

Los desechos removidos de los clarificadores son conducidos a la pileta ecualizadora, que es un estanque receptor de excesos y desechos, ubicado en el subsuelo de las instalaciones de la planta de tratamiento, en donde son evacuados fuera de las instalaciones hasta llegar al río Machángara.

e) Filtración.

El agua parcialmente tratada en los clarificadores, ingresa al proceso de filtración, mediante el cual se elimina el residuo de impurezas. Para esta etapa de tratamiento se dispone de 10 filtros rápidos contruidos en doble cámara con una capacidad de 700 m³ cada uno, y de flujo descendente. La regulación de la filtración se logra a través de un sistema de válvulas de control tipo mariposa accionado por un lazo de control que tiende a mantener constante el nivel de agua en los filtros.

El medio filtrante está constituido por una capa de arena cuarcífera de 0.9 metros de espesor y 0.9 milímetros de tamaño efectivo, otra capa soporte de 0.1 metros de espesor y 1.1 milímetros de tamaño efectivo. El agua ya filtrada se envía a la cisterna situada bajo los filtros. La retención de las impurezas en los espacios intergranulares de la arena hace que el filtro vaya perdiendo gradualmente su capacidad de filtración hasta que no permite el paso de agua; la remoción de las impurezas se realiza mediante un lavado.

El proceso de lavado consiste, en la aplicación de abajo hacia arriba de una corriente de agua y aire, que desprenden las impurezas de los granos de arena, y luego solo agua a presión, que arrastra las impurezas fuera del filtro, esta operación se lleva a cabo mediante compresores de desplazamiento positivo (soplantes) y bombas centrífugas que impulsan agua desde la cisterna de agua tratada. Para la realización del lavado del filtro se requiere en la primera etapa, agua y aire con caudales de 1400 m³ por hora de agua y 800 m³ por hora de aire con un tiempo de 8 minutos, en la segunda etapa de enjuague un caudal de 3708 m³ por hora de agua en un tiempo de 7

a 8 minutos. Todo el líquido utilizado en esta operación es conducida a la pileta ecualizadora para su posterior eliminación.

f) *Desinfección*

La floculación y la coagulación eliminan gran parte de los microorganismos del agua cruda, la desinfección es necesaria para garantizar la remoción total de las bacterias. Para este propósito se le aplica al agua una solución concentrada de cloro gas, como agente germicida, bactericida, oxidante y exterminador de materia orgánica, algas y otros vegetales. Además el cloro tiene una acción residual al evitar la proliferación de microorganismos patógenos y sustancias orgánicas.

La cloración tiene dos fases: la pre-cloración al inicio del tratamiento para mantener descontaminadas las diferentes unidades en el transcurso del proceso, que es la permanencia del agua en el interior de la planta hasta llegar a la cisterna de reserva de agua tratada, se estima este tiempo en un promedio de dos horas, para lo cual se ha determinado experimentalmente que la cantidad de cloro a agregar es de 1.8 miligramos por litro de agua. La segunda fase es la post-cloración, al final del tratamiento, asegurando que el agua que va a la ciudad tenga un promedio de 1.2 miligramos de cloro por litro de agua, este cloro residual garantiza la descontaminación de las tuberías y cisternas de la ciudad y que la calidad de agua no se deteriore en el trayecto.

El cloro que se aplica en este proceso viene en cilindros de 907 kilogramos de capacidad, sometido a presión de manera que al salir por la cañería de alimentación se convierta en gas y pase por el dosificador que controla la cantidad necesaria según la demanda de caudal de agua que se está tratando.

g) *Reserva de agua.*

Todo el volumen de agua procesada es conducido a un estanque de 10000 metros cúbicos de capacidad y otro de 20000 metros cúbicos, que constituye la reserva de agua tratada, y sirve para compensar las variaciones horarias de consumo, dándose en las horas de menor consumo el llenado de los tanques y vaciándose en las horas de mayor consumo.

Dentro del estanque de 10000 metros cúbicos tiene lugar la post-cloración y la estabilización, para que el tiempo de contacto con el agua sea suficiente y homogénea su difusión.

h) *Sistema de distribución*

A continuación de la reserva de agua tratada, se encuentra la cámara de distribución en la que están instaladas las tuberías que acceden a las redes de distribución, y que en número de cinco dan paso al servicio de la ciudad, de las cuales dos están enlazadas con la red que viene desde la planta de tratamiento de agua potable Puengasí, para la atención de la zona central y medio – norte, una línea que sirve a la zona noroccidente, y otra a la zona nororiente y norte hasta Calderón. Cada línea provista de su respectivo medidor y registrador de caudal, de manera que a través de sus correspondientes válvulas se puede controlar el flujo para cada zona.

i) *Sistemas complementarios y de apoyo.*

Para la correcta ejecución del proceso de potabilización, y el funcionamiento de los equipos, maquinarias y medios de control, diferentes medios de apoyo permiten cumplir esta función, entre los que cabe destacar son:

- **Laboratorio químico.-** En él se lleva cabo el seguimiento de la calidad en cada etapa del tratamiento, desde la determinación de la dosificación correcta de los reactivos químicos, de acuerdo a las condiciones presentes del agua, hasta la fijación del cloro residual del agua que va a distribución, de manera que oportunamente se pueda hacer la rectificación y tomar los correctivos que el caso amerite. Además se realiza su análisis físico, químico y bacteriológico para controlar que la concentración de sus elementos constitutivos se encuentre dentro de las normas de salud.
- **Laboratorio electrónico.-** La automatización casi total del control de los equipos que intervienen en el proceso, requiere de una revisión permanente, mantenimiento y reparación de los diferentes componentes de este sistema, y del sistema de comunicación y control de acueducto.

- **Compresores de aire.-** El comando electrónico centralizado, activa una línea de aire a 100 psi, que acciona el mecanismo de apertura y cierre de diferentes válvulas de compuertas según los requerimientos del caso. Instalados en un número de dos, su funcionamiento es alterno, para efectos de reparación y mantenimiento.
- **Soplantes de aire.-** El proceso de lavado de los filtros requiere de la inyección de aire a presión, que es proporcionado, por tres unidades de compresores, de los cuales dos funcionan simultáneamente para esta operación y el tercero es la reserva por efecto de mantenimiento de cualquiera de los otros dos.
- **Bombas de impulsión.-** Además de las bombas que forman parte del sistema de dosificación de cada uno de los reactivos, existen tres bombas que intervienen en el lavado de los filtros, para inyectar agua por la parte inferior de los mismos, funcionan dos simultáneamente, y la tercera es la reserva para las anteriores.
- **Reserva de agua para la planta.-** La adición de los reactivos químicos sean, sólidos, líquidos o gaseosos, deben ser disueltos previamente en agua para conseguir una difusión rápida y una mezcla homogénea en la masa receptora de agua. Para este fin, se dispone de una cisterna que proporciona los volúmenes necesarios de agua, además, del servicio para el laboratorio químico, y consumo doméstico.
- **Bodegas.-** El aprovisionamiento de los reactivos químicos que intervienen en el tratamiento, es continuo y permanente, manteniendo cierta reserva estratégica de los mismos, de manera de no llegar a su agotamiento total. Para este propósito se dispone de amplias bodegas para alojar todos los reactivos necesarios e indispensables en cantidades tales que garantice la operación normal de la planta, además se dispone de una buena dotación de repuestos necesarios para poder realizar el mantenimiento de los equipos y maquinarias que se encuentran en continuo mantenimiento.

- **Taller mecánico y electricidad.-** Equipado con la herramienta y equipo necesario, en este local se atiende la reparación de los motores y maquinarias que intervienen en la operación de la planta, de manera que en lo posible, no sea necesario, más que lo indispensable, contratar con talleres externos, para las reparaciones que el caso amerite. Y la ventaja de poder suplir el requerimiento de atención inmediata, en cualquier día y hora.

2.2.1.3.7.2 Envasadora

La planta envasadora de agua se encuentra ubicada en las instalaciones de la planta de tratamiento de agua potable Bellavista, con un área aproximada de 110 m²; es un proceso adjunto al proceso de potabilización creada por la EPMAPS-Q con la finalidad de brindar agua purificada gratuita a la ciudad de Quito en la mayoría de eventos que se suscitan en la ciudad, además de dotar de agua envasada a las instalaciones de la EPMAPS-Q.

Con la finalidad de comprender de mejor manera el proceso de envasado de agua se ha dividido en procesos principales y procesos secundarios los cuales serán explicados a continuación:

Procesos principales

- ***Ingreso de agua potable:*** La planta envasadora provee del agua que la planta de tratamiento de agua potable Bellavista distribuye, la cual se someterá a un proceso de purificación y envasado. Además cabe recalcar que en esta etapa se realiza un control de calidad del agua que ingresa, controlando parámetros como son: cloro residual, turbiedad, color y la conductividad.
- ***Filtrado 1:*** En este proceso se utilizan cuatro filtros de carbón activado con la finalidad de eliminar el cloro residual que se presente en el agua potable de ingreso.
- ***Filtrado 2:*** Durante este proceso se utilizan filtros ultravioletas, de fibra y de carbón activado los mismos que eliminan cualquier tipo de microorganismo que se encuentre en el agua.

- **Almacenamiento:** Luego de haber realizado el proceso de filtrado, se almacena el agua en un tanque de 1000 litros, en el cual se realiza un control de calidad para verificar parámetros como cloro residual, turbiedad, color, ozono, conductividad y microbiológico y poder verificar si el proceso de purificación se lo está realizando adecuadamente.
- **Ozonización:** En esta etapa se utiliza ozono el cual actúa como un medio de purificación del agua, funciona como un oxidante natural más rápido lo que ayuda a eliminar bacterias, virus, entre otros microorganismos.
- **Envasado:** Este proceso comienza con el ingreso de los bidones tratados a la banda transportadora, en la cual se realiza un llenado mecánico de los bidones, posteriormente se realiza la colocación manual de las tapas y los sellos de seguridad, a su vez se procede con una inspección visual y finalmente se realiza un sellado con calor. Adicionalmente en este proceso se realiza un control físico-químico y microbiológico.
- **Almacenamiento en bodega:** Finalmente se realiza el almacenamiento de los bidones envasados colocándolos de acuerdo al número de lote y fecha de envasado para su posterior despacho final. Además en este proceso se realiza un control físico-químico y microbiológico.

Procesos secundarios

- **Recepción de bidones:** En esta actividad se realiza una recepción de los bidones que regresan a la planta envasadora para ser reutilizados los mismos que al ingresar a la planta se someterán a diversos procesos.
- **Lavado manual externo:** Se realiza un lavado manual de los bidones por parte de los operarios con el objetivo de eliminar cualquier elemento externo adherido a los bidones.

- ***Desinfección con cloro:***En esta etapa se realiza una desinfección con cloro en los bidones, para eliminar cualquier microorganismo que se encuentre en los mismos.
- ***Lavado automático de bidones en ciclos:***En esta etapa se realiza un lavado automático de los bidones con agua potable, detergente, desinfectante, para su posterior enjuague con agua ozonizada.

Posterior a este proceso los bidones están adecuados para que se realice el envasado del agua purificada.

2.2.2 Sistema Mica Quito Sur

2.2.2.1 Localización del Proyecto

El proyecto se encuentra localizado en la provincia de Pichincha. El punto inicial tiene lugar en la laguna Micacocha, ubicada a los pies del volcán Antisana en la cordillera central de Los Andes, distante 45 Km al sur-este de la ciudad de Quito, en la provincia de Napo, Cantón Archidona, al interior de las parroquias Archidona y Cotundo, con una extensión de la cuenca de 138.44 Km². en donde se construyó una represa denominada “La Mica”. A partir de este se desarrolla un acueducto en tubería de acero, que conduce el agua cruda hacia el sur de la ciudad de Quito, lugar en donde se ha construido una planta de tratamiento de agua potable denominada “El Troje”, como se puede evidenciar en la Figura 7.

Figura7. Ubicación del sistema Mica Quito Sur



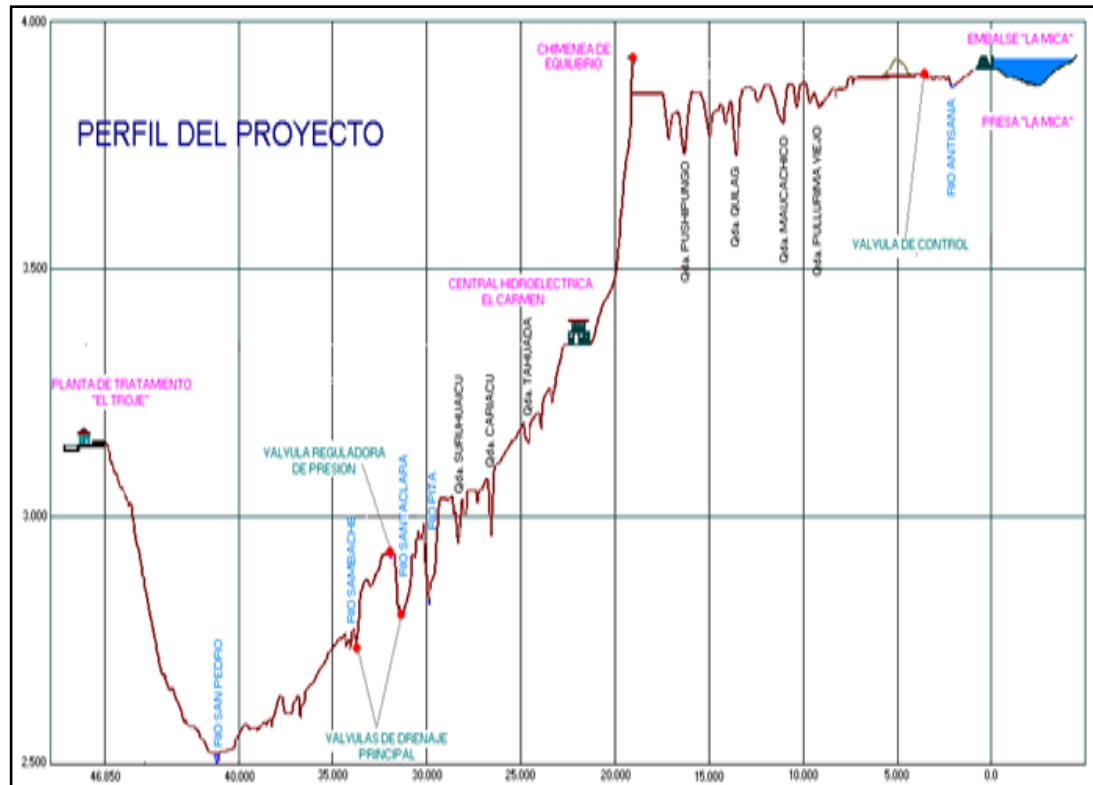
Fuente: Empresa Publica Metropolitana de Agua Potable y Saneamiento de Quito, 2010

2.2.2.2 Descripción de las obras que componen el proyecto

El sistema Mica Quito Sur, está conformado por la laguna La Mica y por tres captaciones: Antisana, Jatunhuaico y Diguchi. La conducción se inicia en la laguna La Mica y termina en la planta de tratamiento de agua potable El Troje. La planta de tratamiento de agua potable El Troje procesa agua cruda que llega desde La Mica; la distribución de agua tratada consta de dos líneas asignadas para la zona norte y para la zona occidental.

La central hidroeléctrica El Carmen es uno de los componentes importantes de este sistema, generando una potencia máxima de 8,0 Mw, que permiten turbinar 1,6 m³/seg. En la Figura 8 se observa el perfil de las obras que componen el sistema Mica Quito Sur

Figura8. Perfil del proyecto Mica Quito Sur



Fuente: EPMAPS-Q (Sistema SCADA), 2010

2.2.2.2.1 Fuentes

Las fuentes hídricas del proyecto nacen en los glaciares del volcán Antisana. Sus aguas son recogidas aproximadamente a la cota 3920 m.s.n.m y en su mayoría son reguladas en el embalse previsto.

Los ríos que se captan son:

- El Antisana, Jatunhuayco, Diguchi, Desaguadero (efluente de la laguna), El Salto, Sarpache 1 y Sarpache 2, y el Alambrado.

En la Tabla 7 se muestra las captaciones del sistema Mica Quito Sur

Tabla 7. Captaciones del sistema Mica Quito Sur

| | ANTISANA | JATUNHUAYCO | DIGUCHI |
|-------------------------|-------------------|--------------------|-------------------|
| Tipo | Rejilla Lateral | Rejilla Lateral | Rejilla Lateral |
| Cota captación | 3923.20 | 3922 | 3920.5 |
| Caudal captado | 650 | 200 | 130 |
| Long. Tub. (m) | 1150 | 700 | 2600 |
| Diámetro (mm) | 900 | 600 | 400 |
| Material tubería | Acero ASTM-A285-B | Acero ASTM-A285-B | Acero ASTM-A285-B |

Fuente: Folleto del Sistema Mica Quito Sur, 2010

2.2.2.2.2 Presa

El objetivo fundamental de la presa es almacenar y regular los caudales considerados en el proyecto, de tal forma que pueda suministrar 1700 l/s con una garantía de 95 %. El volumen total de la presa es superior a 50'000.000 m³, y el volumen útil, 23'500.000 m³. Aguas abajo de la represa, se construyeron tres captaciones: Antisana, con una capacidad máxima de 1500 l/s; Jatunhuaico con capacidad de 400 l/s; y Diguchi con 150 l/s.

En la Tabla 8 se muestran los datos técnicos correspondientes a la presa la Mica

Tabla 8. Datos de la presa La Mica

| Parámetro | Descripción |
|---------------------|----------------------------------------------------|
| Tipo | De relleno con materiales locales |
| Material de relleno | Mezcla de ceniza volcánica, fluvio glaciar, lahar. |
| Altura | 15.2 m |
| Longitud | 780 m |
| Ancho de la corona | 6 m |
| Ancho inferior | 90 m |
| Volumen de relleno | 220000 m ³ |

Tabla 8. Datos de la presa La Mica (continua)

| Parámetro | Descripción |
|---------------------------|---------------------------------------|
| Perfil transversal | Talud Seco 1: 2.5 Talud Mojado 1: 3.5 |
| Filtro de chimenea | Bajo la Corona |
| Filtro horizontal | Bajo el parámetro aguas abajo |
| Prisma de escollera | Para drenaje al pie del talud seco |
| Volumen útil del embalse | 25.8 millones de m ³ |
| Nivel mínimo aprovechable | 3909.5 m.s.n.m |
| Nivel máximo aprovechable | 3917.10 m.s.n.m |
| Cota de la corona | 3920.5 m.s.n.m |
| Superficie del embalse | 3.865 Km ² |

Fuente: Folleto del Sistema Mica Quito Sur, 2010

2.2.2.2.3 Acueducto

El acueducto del SMQS, tiene una longitud total de 54 Km, incluidos los ramales secundarios. El ramal principal de desarrolla a partir de la represa, y aguas debajo de la misma, se incorporan los aportes de las captaciones secundarias.

El acueducto está constituido por tubería de acero enterrada en una zanja y su diámetro predominante a lo largo de su recorrido, es de 36 pulgadas. De acuerdo a su ubicación en relación con la central hidroeléctrica “El Carmen”, el acueducto se lo ha dividido en: conducción superior, tubería de presión, y conducción inferior.

A partir de la salida de la central hidroeléctrica, se desarrolla la denominada conducción inferior, formada por un sifón invertido hasta la planta de tratamiento de agua potable. El elemento básico de control de esta parte del acueducto, lo constituye la estación reductora de presión y reguladora de caudal “La Moca”, constituida por una válvula tipo polyjet instalada en línea con la tubería, dos válvulas esféricas de soporte, y un by pass de actuación manual con válvula esférica.

2.2.2.2.4 Central Hidroeléctrica El Carmen

La central hidroeléctrica “El Carmen” aprovecha una caída bruta desde la presa, para obtener una potencia máxima de 9 400 Kw, con un caudal tope de 2.0 m³/s.

El equipo mecánico asociado está constituido por una válvula esférica de guardia, de 20 pulgadas de diámetro y una válvula tipo mariposa de 24 pulgadas de diámetro, ubicada en la tubería de ingreso de la central.

La gran diferencia existente entre una central hidráulica convencional y una con aplicación al servicio de agua potable, es la necesidad de contar con un ramal en paralelo al grupo turbina generador, que garantice la continuidad del abastecimiento de agua en situaciones de parada emergente o programada que pudiese tener el sistema de generación.

Este ramal en paralelo debe tener características muy particulares en cuanto a su equipamiento hidráulico-mecánico y su sistema de control. Su requerimiento fundamental es disponer de un elemento disipador de presión y controlador de caudal. En el caso de la central “El Carmen”, se instaló una válvula tipo Polyjet, que reduce la presión de la columna de agua a presión atmosférica.

El Carmen, permite acoplarse con el Sistema Papallacta y el Sistema Nacional Interconectado (S.N.I.), a través de una línea de transmisión de 138 Kv.

2.2.2.2.5 Estación reductora de presión y reguladora de caudal La Moca.

Esta estación está ubicada a 2819 msnm, de ella depende controlar la presión y regular el caudal del agua para mantener en buen estado la tubería y evitar rupturas o colapsos en la misma. La Moca está conformada por una válvula tipo polyjet, dos válvulas esféricas de soporte, y un by pass de actuación manual con válvula esférica.

2.2.2.2.6 Planta de tratamiento El Troje

En el extremo sur de la ciudad de Quito, se localiza la planta de tratamiento El Troje. Está es del tipo convencional deberá procesar los 1 700 l/s entregados por el SMQS. La Planta El Troje, cuenta con un canal abierto al ingreso de las tuberías de

conducción de agua, por el cual se envía el exceso de agua cruda que es receptada en la planta hacia la planta de tratamiento de agua potable Puengasí.

En la Tabla 9 se indica cómo se encuentra operando la planta, parámetros técnicos, componentes y condicionantes.

Tabla9. Descripción de la planta de tratamiento de agua potable El Troje

| ASPECTO | DESCRIPCIÓN |
|---------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Capacidad de diseño | 1700 l/s |
| Ubicación | Sector El Troje, parroquia Turubamba, |
| Procesos | <ul style="list-style-type: none"> ✓ Dosificación de Productos químicos ✓ Mezcla Rápida ✓ Floculación ✓ Sedimentación ✓ Filtración ✓ Desinfección ✓ Tanque ecualizador de lodos ✓ Reserva de agua tratada ✓ Sistema de distribución |
| Generador | Potencia: 210 KW |
| Elementos de funcionamiento, equipos auxiliares. | <ul style="list-style-type: none"> • Módulos de tratamiento del agua: compuesta por los siguientes pasos: Tanques reservorios de agua cruda Sistema de coagulación con válvula reguladora y medidor de caudal de ingreso. |

Tabla9. Descripción de la planta de tratamiento de agua potable El Troje(continuación)

| ASPECTO | DESCRIPCIÓN |
|------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| | <p>Tanques para floculación</p> <p>Tanques de sedimentación</p> <p>Sistema de filtración, a base de antracita,</p> <p>Proceso de desinfección con gas cloro</p> <p>Tanques de agua tratada</p> |
| Áreas o procesos | <ul style="list-style-type: none"> ✓ Sala de control ✓ Laboratorio ✓ Canal de excesos ✓ Tanque de sulfato de aluminio líquido ✓ Cámara de bombas y compresores ✓ Ecualizador de lodos ✓ Tanque elevado (reserva de agua) ✓ Cámara de Transformadores ✓ Puente Grúa ✓ Taller Mecánico ✓ Guardianía ✓ Oficinas ✓ Baños ✓ Comedor ✓ Bodega ✓ Tanque de almacenamiento de diesel para generador ✓ Cuarto de máquinas con un generador |

Fuente: Base de datos original EPMAPS –Q 2010; Auditoria ambiental inicial de cumplimiento sistema La Mica (Cuenca Hidrográfica) y planta de tratamiento El Troje – Biosfera. (2007)

CAPITULO III

3 Metodología

3.1 Metodología de Producción más limpia

Para obtener los planes de producción más limpia de los sistemas, se tomó como referencia la metodología que describe el centro ecuatoriano de producción más limpia; de los cuales se realizó el estudio de las etapas señaladas en la Tabla 10; estas etapas facilitarán la obtención del plan de producción más limpia de cada sistema.

3.1.1 Etapas de un programa de producción más limpia

A continuación en la Tabla 10 se presentan las etapas que fueron aplicadas para la elaboración de los planes de producción más limpia, empleadas para los dos sistemas en estudio:

Tabla 10. Etapas de desarrollo de producción más limpia

| DESCRIPCIÓN | |
|-------------|-------------------------------------------------|
| ETAPA 1 | Planeación y Organización del Programa de P + L |
| ETAPA 2 | Pre evaluación |
| ETAPA 3 | Indicadores |
| ETAPA 4 | Estudio y Evaluación |

3.1.1.1 Primera etapa: Planeación y organización del programa de producción más limpia

La etapa de planeación y organización del programa involucró la realización de varias actividades como lo señala Tabla 11. El compromiso de la gerencia se logró gracias a la necesidad que presenta la empresa pública ecuatoriana en la concientización del cuidado al ambiente para lo cual se firmó un convenio entre la Universidad Politécnica Salesiana y la empresa, delineando los pormenores del proyecto en mención.

El Alcance y Metas del programa se realizó mediante la definición de parámetros que incluían el estudio del sistema Papallacta Integrado y la Mica Quito Sur y las metas se cuantificaron mediante la presentación de informes correspondientes a los alcances y las fechas determinadas previamente.

La formación del Eco equipo se lo realizó por parte del interlocutor dentro de la empresa y los tesisistas mediante designación directa.

La identificación de las barreras se las realizó mediante el reconocimiento de cada uno de los sistemas y estableciendo un FODA.

Tabla 11. Actividades de la etapa 1 del programa de producción más limpia

| ETAPA 1 | DESCRIPCIÓN |
|-------------|------------------------------|
| ACTIVIDAD 1 | Compromiso de la Gerencia |
| ACTIVIDAD 2 | Alcance y Metas del programa |
| ACTIVIDAD 3 | Formación del Eco – equipo |
| ACTIVIDAD 4 | Identificación de Barreras |

Actividad 1. Compromiso de la gerencia

El compromiso de la gerencia incluye la sociabilización de las decisiones tomadas para lo cual se comunicó por medio de correos electrónicos a los funcionarios encargados de cada sistema, recalando que la cooperación y participación activa de todos los miembros es de vital importancia para el buen desarrollo del proyecto.

La sociabilización consistió en:

- Visitar los sistemas
- Informar a las personas encargadas de cada uno de los sistemas sobre el programa que se va a desarrollar.
- Obtener el compromiso de cada una de las personas que conforman el sistema

Actividad 2. Alcance y metas del programa

Para conocer el alcance y las metas del programa de producción más limpia, fueron necesarias reuniones con funcionarios de la EPMAPS-Q con el fin de consensar los requerimientos que la empresa busca al implementar el programa.

Actividad 3: Formación del eco – equipo

Los miembros del eco equipo fueron seleccionados de acuerdo a su experiencia en el área de trabajo, los mismos que a su vez son representantes de los departamentos de: producción, mantenimiento, ambiente, sistemas especiales y plantas de tratamiento de cada uno de los sistemas. Estas personas serán las encargadas de entregar la información solicitada siendo esta información clara y concisa.

El eco equipo debe tener un coordinador el cual tendrá la responsabilidad de mantener informados a todos los integrantes sobre el desenvolvimiento de las actividades de los sistemas.

Actividad 4: Identificación de barreras

En lo que respecta a la identificación de barreras, en cada uno de los sistemas se evaluó el grado de aceptación que los funcionarios y trabajadores tuvieron en el momento de darles a conocer la realización del programa.

3.1.1.2 Segunda etapa: Pre evaluación

La pre evaluación es la etapa más relevante para el desarrollo del programa de producción más limpia, ya que nos permite buscar las posibles opciones de mejora, mediante el desarrollo de las actividades inmersas en esta etapa. En la Tabla 12 se describen las actividades que se desarrollaron en esta etapa

Tabla 12. Actividades desarrolladas en la etapa 2

| ETAPA 2 | DESCRIPCIÓN |
|-------------|----------------------------------------|
| ACTIVIDAD 1 | Reunir los datos generales del Sistema |
| ACTIVIDAD 2 | Diagramas de Flujo del Proceso |
| ACTIVIDAD 3 | Registros y Mediciones |
| ACTIVIDAD 4 | Generar Opciones |

Actividad 1: Reunir los datos generales de los sistemas

Para el desarrollo de esta actividad es necesario reunir los siguientes datos generales de cada uno de los sistemas:

- ***Certificación ambiental***

El desarrollo de un programa de producción más limpia, se puede realizar en cualquier situación que se encuentre la empresa. Para poder conocer la información referente a certificaciones se realizó una lista de chequeo que va a facilitar una adecuada evaluación ambiental de los sistemas, esto es, comparar la situación actual de la empresa en relación al cumplimiento de la legislación ambiental en nuestro país o del organismo regulador vigente.

- ***Inspección de áreas externas***

Se consideró como áreas externas a las captaciones, conducciones y centrales hidroeléctricas de cada uno de los sistemas. La inspección se realizó mediante un recorrido por cada uno de los procesos mencionados a fin de observar y registrar todos los residuos sólidos, efluentes líquidos y emisiones atmosféricas que se están generando.

Los puntos que se consideraron para la inspección de cada una de las áreas externas fueron: tipo de almacenamiento, formas de acondicionamiento, estado de las

instalaciones y consumo de suministros, los cuales se encuentran en fotos y registros de consumos.

- ***Inspección de áreas internas***

Para la inspección de las áreas internas de los sistemas se consideró las plantas de tratamiento de agua potable correspondientes a cada uno de los sistemas en estudio, debido a que es el lugar en cual se desarrolla el principal proceso productivo de la empresa, que consiste en potabilizar toda el agua cruda captada con la finalidad de brindar el servicio de agua potable a la ciudad de Quito.

Se precisó elaborar un mapa de ubicación para las instalaciones de las plantas de tratamiento de agua potable, con el cual se pudo ubicar la disposición de equipos, estantes y materias primas dentro de las instalaciones, dando un concepto espacial respecto al lugar en el que se encontraban localizados.

De la misma forma que se hizo con la inspección externa se realizó en la inspección interna, es decir se consideró el consumo de suministros de cada dependencia de las plantas de tratamiento.

Se consideró como punto importante la ubicación de áreas auxiliares comúnmente empleadas en la producción como: almacenamiento de combustibles, almacenamiento de materias primas, y todos los sectores involucrados en el proceso de potabilización de agua.

Actividad 2. Elaboración de flujogramas

Luego de haber realizado una visita de reconocimiento de los sistemas, se realizó una reunión con los integrantes del eco – equipo, los cuales proporcionaron información necesaria para el desarrollo de los diagramas de flujo de las captaciones, conducciones, potabilización y distribución. Dichos flujogramas detallan las entradas y salidas en cada uno de las etapas y procesos. Para el caso en estudio se seleccionó flujogramas cualitativos globales y flujogramas cualitativos específicos.

- ***Flujograma cualitativo global***

En el flujo grama cualitativo global se identificaron todos los procesos involucrados en los sistemas y demás actividades afines al mismo, con la finalidad de visualizar de manera global como se encuentran comprendidos.

- ***Flujogramas cualitativo específico***

En el desarrollo del flujograma cualitativo específico se detallaron tanto las entradas como las salidas de cada uno de los procesos productivos desde la captación, conducción, potabilización.

Los flujogramas específicos contienen como entradas las materias primas y como salidas los residuos generados.

Actividad 3. Registros y mediciones (Tablas cuantitativas)

Para el registro y medición se tabuló la información correspondiente a la facturación del año 2010, hojas de control de consumo y comprobantes de reposición de materias primas, materiales de oficina, productos químicos, combustibles y notas de residuos transportados disponibles cada uno en las secretarías y jefaturas de cada departamento, a cargo de los jefes de cada sistema. Debido a la gran cantidad de materias primas e insumos se utilizó el principio de Pareto para seleccionar los más relevantes dentro del proceso.

En el caso de información no disponible como agua y peso de residuos sólidos, se realizó las respectivas mediciones y su cuantificación. La Tabla 13 menciona los aspectos que se midieron así como los dispositivos utilizados para dicho propósito.

TABLA 13. Metodología aplicada al sistema Papallacta Integrado

| MEDICIÓN DE: | DISPOSITIVO UTILIZADO |
|-------------------------------------------------------------|-------------------------|
| Consumo de agua en medidor de turbiedad y lavado de bidones | Recipiente y Cronómetro |
| Residuos sólidos | Balanza |

Para evaluar la energía consumida en la empresa, se utilizó las facturas de consumo correspondientes al año 2010, verificando tres ítems:

- Adecuado contrato con la Empresa Eléctrica Quito (verificando que las tarifas eléctricas sean de acuerdo a la categoría en la que se encuentre la empresa).
- Consumo mensual
- Factor de potencia.

En lo que respecta al consumo de combustibles, la recolección de información se realizó con la ayuda de las secretarías que trabajan en las plantas de tratamiento de agua potable, mediante copias de consumos pertenecientes al año 2010.

Para conocer el consumo de agua de las instalaciones que se encuentran en las captaciones y conducción de los sistemas, se procedió a estimar dichos valores mediante datos referentes al consumo promedio de agua por persona realizado por la EPMAPS-Q, debido a que no se realiza un control de los consumos de agua; para lograr obtener los valores de consumo se consideró el número de personas que trabajan en las instalaciones, el mismo que se multiplicó por el consumo promedio diario que tiene una persona al realizar sus actividades cotidianas.

Además se cuantificó el consumo de agua potable utilizada durante el proceso de potabilización para el lavado de filtros así como para consumo interno.

Por último se consideró las principales materias primas empleadas para el proceso de potabilización de agua en las plantas, detallando la cantidad anual, la unidad habitual, el costo unitario, el costo total, finalidad de utilización y tipo de embalaje.

3.1.1.3 Tercera etapa: Indicadores

En esta etapa se definieron los indicadores utilizados para el monitoreo de los sistemas, los mismos que se dividen en dos tipos, el primero en indicadores de producción más limpia y los segundos en indicadores ambientales; para nuestro caso los indicadores ambientales como es el caso de la huella de carbono y la huella hídrica, los mismos que serán una herramienta de monitoreo para cada uno de los sistemas.

3.1.1.3.1 Metodología de cálculo para la Huella de Carbono

Para realizar el cálculo de la huella de carbono se estableció la siguiente metodología:

- Definir el alcance de la Huella de Carbono
 - Establecer la metodología a utilizar
 - Definir el periodo para el cual se va a realizar el cálculo
 - Puntualizar los datos que debe incluir el cálculo y las Fuentes de Generación de GEI.
 - Recopilación de Datos
 - Elaborar una plantilla de referencia
-
- ***Definir el alcance de la Huella de Carbono***

Para definir el alcance la huella de carbono y considerando las actividades de la empresa, existió la necesidad de dividir en dos grupos las emisiones: emisiones directas e indirectas. Para la definición del alcance de emisiones directas se estableció las fuentes de emisión de GEI que son propiedad de la empresa. Para la definición del alcance de emisiones indirectas son las que no producen la empresa pero forman parte de la misma.

- ***Establecer la metodología a utilizar***

Para establecer la metodología de la huella de carbono en cada uno de los sistemas se procedió a investigar en fuentes bibliográficas la técnica más apropiada para la empresa con el objetivo de realizar una matriz que permita calcular la cantidad de gases de efecto invernadero que se emite al producir agua potable en cada uno de los sistemas.

- ***Definir el periodo para el cual se va a realizar el cálculo***

El periodo de cálculo se definió tomando en cuenta el año más cercano a la realización del proyecto y por contar con una completa base de datos.

- ***Puntualizar los datos que debe incluir el cálculo y fuentes de generación GEI.***

Para realizar la puntualización de datos se procedió a realizar flujogramas de los sistemas considerando entradas y salidas de energía, insumos y combustibles; para posteriormente construir la matriz de la huella de carbono.

- ***Recopilación de datos***

Para la realización de la matriz de la huella de carbono se utilizó los datos recopilados en la etapa 2 de producción más limpia, tomando en cuenta únicamente aquellas fuentes que posean un factor de emisión.

Al momento de recopilar datos también se debe de considerar los factores de emisión para cada uno de los alcances encontrados, obtenidos del IPCC y de la COPRAIRE; siendo estos específicos para cada país. Cabe recalcar que se debe considerar las unidades de los factores para poder realizar posteriormente los respectivos cálculos.

- ***Elaboración de plantilla***

Para iniciar el proceso de cálculo se elaboró una plantilla, donde se incluyen los datos recolectados.

En esta plantilla se incluyen los procesos productivos, seguido del consumo anual de emisiones directas (alcance 1) y las emisiones indirectas (alcance 2) que posean un factor de emisión; posteriormente para obtener el valor en Kg de CO₂, cada uno de los alcances se multiplica por los respectivos factores de emisión; el valor obtenido en Kg de CO₂, para transformar a Ton de CO₂ que es la unidad más empleada se lo divide para 1000 obteniendo las Toneladas totales por proceso.

Finalmente para conocer la cantidad de árboles que se deberían plantar por año de acuerdo a las toneladas emanadas de CO₂ se debe multiplicar por la cantidad de CO₂ que un árbol puede captar por año.

3.1.1.3.2 Metodología de cálculo de la Huella Hídrica de un producto

A continuación se detallan los pasos a seguir para el cálculo de la Huella Hídrica de un producto:

- ***Primer paso: Periodo de cálculo***

Para definir el periodo de cálculo de la huella hídrica se consideró el año más próximo a la realización del proyecto debido a la facilidad para la recolección de información.

- ***Segundo paso: Identificación de procesos***

Para la evaluación de la huella hídrica de un producto, es indispensable conocer claramente cada uno de los procesos que conllevan a la obtención de un producto o servicio, con la finalidad de poder estimar la huella hídrica azul, verde y gris en cada uno de los sistemas. Para conocer cuáles son los procesos que se involucran en la obtención de datos se consideró las instalaciones más representativas que se encuentran en los sistemas, tomando como parámetros esenciales la cantidad de personas que permanecen en dichas áreas y el proceso que se desarrolla.

- ***Tercer paso: Recopilación de Datos***

La recopilación de datos se realizó considerando las huellas tanto azul, verde y gris que se utilizarán para el cálculo de la Huella Hídrica de un Producto.

- ***Datos para la Huella Hídrica Azul:*** Para la obtención del valor de la Huella Hídrica Azul se recopiló información referente a la cantidad de agua que la EPMAQS-Q capta de ríos y lagunas, la misma que se obtuvo del departamento de sistemas especiales.
- ***Datos para la Huella Hídrica Verde:*** Los datos que se requieren para calcular la huella hídrica verde serán obtenidos de las precipitaciones medias anuales de los embalses y piletas de cada uno de los sistemas, así como el área de los mismos. Estos datos serán recopilados en la Unidad de Gestión Integral del Agua
- ***Datos Para la Huella Hídrica Gris:*** La obtención de los datos que nos ayudará a obtener la huella hídrica gris serán recopilados de los lavados que se realizan en cada una de las plantas de los sistemas; además de los consumos internos y por último la cantidad de agua que ha sido impulsada. Todos los datos que se necesitan para el cálculo de la Huella Gris fueron obtenidos de los Departamentos de Producción de cada una de las Plantas y del Departamento de Sistemas Especiales.

- ***Cuarto paso: Elaboración de la Plantilla***

Para la elaboración de la plantilla de la Huella Hídrica se separó los datos correspondientes a cada una de las huellas hídricas.

- ***Huella Hídrica Azul:*** Para la huella hídrica se consideraron los valores obtenidos de las diferentes captaciones, el consumo de agua azul que se realiza en las diferentes estaciones que componen los sistemas. La huella

hídrica azul es el resultado del número de personas que trabajan en dichas estaciones con relación al consumo diario promedio de una persona elaborado por la EPMAPS.

- ***Huella Hídrica Verde:*** La huella hídrica verde es el resultado de la multiplicación de las áreas de los embalses y piletas que se encuentran en cada sistemas con la precipitación media del dichas lugares; de esta manera se obtendrá el volumen de agua que precipita en dichos puntos. En esta columna se colocará el volumen de agua que precipita en los embalses y piletas que componen los sistemas.
- ***Huella Hídrica Gris:*** La huella hídrica gris es el resultado de la cantidad de agua utilizada para el lavado de filtros en cada una de las plantas de tratamiento de agua potable, así como del consumo interno. Además se incluyó el agua impulsada, ya que le empleo de mecanismos hacen que dicha agua no se encuentre en el mismo estado en el que se encontraba en la naturaleza.

Después de obtener el valor de las huellas mencionadas anteriormente se realizó la suma de las mismas, lo que nos da la huella hídrica total del proceso.

3.1.1.4 Cuarta etapa: Estudio y evaluación

Actividad 1: Barreras

Se detalló los inconvenientes, dificultades y problemas que se presentaron en cada una de las etapas posteriores a la planeación y organización de P + L en cada uno de los sistemas.

Actividad 2: Costo asignado al residuo según P+L

El costo asignado al residuo se lo desarrolló mediante la evaluación de los residuos generados, es decir primero se obtuvo la cantidad en Kg de residuos, el costo de

materia prima, el costo de tratamiento, el costo de transporte para obtener un subtotal que representa el valor que tiene el residuo. Es a partir de estos datos que se pudieron generar algunas opciones de mejora para el desarrollo de los planes de producción más limpia de cada uno de los sistemas.

Actividad 3: Evaluación de las causas generadoras de impactos

Se identificaron las causas de los impactos encontrados en el proceso de producción de agua potable, mediante una matriz que evalúa la relevancia del impacto, dando valores a la severidad como a la probabilidad de cada uno de los aspectos analizados.

- **Desarrollo del plan de Producción más limpia**

Con el desarrollo de cada una de las etapas y de sus respectivas actividades se pudo obtener los planes de producción más limpia, en los cuales se muestran los componentes involucrados, así como las medidas generales a implementarse en cada uno de los sistemas. Adicionalmente se desarrollaron medidas para mitigar y disminuir los aspectos ambientales, junto con los medios de verificación, periodos de ejecución, responsables y los recursos necesarios para la implementación de dichas medidas.

CAPITULO IV

4 Desarrollo y resultados del programa de producción más limpia

El programa de producción más limpia involucra un compromiso directo de la alta gerencia y la participación de cada uno de los individuos de la EPMAPS. Luego del estudio realizado se pudieron obtener y cuantificar los siguientes resultados en las diferentes etapas establecidas.

4.1 Desarrollo de las etapas de P + L en el sistema Papallacta Integrado

El sistema Papallacta Integrado es un sistema que viene funcionando desde hace 21 años, en el cual se encontró los siguientes resultados:

4.1.1 Etapa 1: Planeación y organización del programa de P+L

- ***Actividad 1. Compromiso de la gerencia***

Los objetivos de la gerencia están encaminados a mejorar el ambiente por lo que se firmó el convenio interinstitucional entre la UPS y la EPMAPS, resaltando los puntos siguientes: la cooperación y participación activa de todos los miembros, además se brindó información referente a los temas que se desarrollaran durante el proyecto para familiarizar a todo el personal dentro del mismo.

- ***Actividad 2. Alcance y metas del programa***

El Alcance del sistema Papallacta integrado comprendió las captaciones (Salve Faccha, Chalpi, Quillugsha 2, Quillugsha 3, Gonzalito, Mogotes, Guaytaloma, Sucus); conducciones (Rompresión 1 2 y 3, Válvula Esférica, Túnel Quito, La Virgen, Estación Pifo, Recuperadora, Booster 1 y 2, Elevadora; potabilización (Planta de tratamiento de agua potable Bellavista y Envasadora).

La meta para el sistema Papallacta Integrado consistió en desarrollar un plan de proyecto de producción más limpia con miras en el futuro y dependiendo de la alta gerencia a ser implantado.

- **Actividad 3: Formación del eco – equipo**

A continuación en la Tabla 14 se muestra la estructura del eco-equipo para el sistema Papallacta Integrado.

Tabla14. Estructura del eco- equipo del sistema Papallacta Integrado

| Nombre | Sección | Cargo - Responsabilidad |
|------------------------------------------------------------------|------------------------------|-------------------------------------------|
| Pablo Tapia | Sistemas Especiales | Jefe del sistema Papallacta |
| Marco Polo Jiménez | Sistemas Especiales | Jefe de mantenimiento y obras civiles |
| Carlos Espinoza | Producción Planta Bellavista | Jefe de producción |
| Pedro Quilachamin | Planta Bellavista | Jefe de planta de de Bellavita |
| Alicia Espinoza | Envasadora | Jefe de envasadora |
| Manuel Álvarez | Mantenimiento | Jefe de mantenimiento planta Bellavista |
| Ana María Rivadeneira | Laboratorio | Jefa de laboratorio de calidad Bellavista |
| Luis Farinango | Sistemas Especiales | Bodega |
| Nombre de interlocutor en la empresa: Msc. Kevin Espinosa | | |

- **Actividad 4: Identificación de barreras**

En la Figura 9 se detallan las fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas encontradas en el sistema.

Figura 9.Matriz FODA del sistema Papallacta Integrado

| Fortalezas | Oportunidades |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <ul style="list-style-type: none"> • Conocimiento de los sistemas • Recurso humano capacitado • Colaboración de los jefes de los sistemas • Capacitación en P+L | <ul style="list-style-type: none"> • Aplicar conocimientos aprendidos. • Realizar un estudio real |
| Debilidades | Amenazas |
| <ul style="list-style-type: none"> • Falta de información digital • Dificultad para trasladarse hacia el sistema. • Falta de colaboración al ser tesistas. | <ul style="list-style-type: none"> • Información no es totalmente confiable. • Falta de información referente a parámetros ambientales. |

4.1.2 Etapa 2: Pre evaluación

La etapa implicó llevar a cabo una pre evaluación respecto a certificaciones ambientales de la empresa, análisis de áreas laborales internas y externas, además de diagramas de flujo considerando entradas y salidas para la identificación de residuos.

- ***Actividad 1: Reunir los datos generales del sistema***

Certificación ambiental

En la Tabla 15 se muestra una lista de chequeo mediante el cual se realizó una evaluación ambiental del sistema. Adicionalmente en el Anexo I se podrán evidenciar los certificados que se han encontrado durante la evaluación.

Tabla15.Lista de chequeo de pre – evaluación ambiental del sistema
Papallacta Integrado

| Temas referentes a legislación ambiental | | | | | |
|------------------------------------------|-----------------------------------------------|-----------------------|----|-----------------------------------------|----|
| No. | Temas | ¿Aplica a la empresa? | | Se encuentra implementada en la empresa | |
| | | SI | NO | SI | NO |
| 1 | Certificación ambiental | X | | X | |
| 2 | Calidad de agua utilizada | X | | X | |
| 3 | Efluentes | X | | X | |
| 4 | Residuos sólidos | X | | X | |
| 5 | Químicos controlados | X | | X | |
| 6 | Lubricantes de aceite mineral | X | | X | |
| 7 | Higiene del lugar de trabajo | X | | X | |
| 8 | Lámparas fluorescentes | X | | X | |
| 9 | Certificado de bomberos | X | | | X |
| 10 | Transporte de carga peligrosa | X | | X | |
| 11 | Emisiones atmosféricas | | X | | X |
| 12 | CFC's | | X | | X |
| 13 | Emisiones atmosféricas emitidas por vehículos | X | | X | |
| 14 | Ruido | X | | X | |
| 15 | Residuos de laboratorio | X | | X | |
| 16 | Higienización de reservorios | X | | | X |
| 17 | Uso de seguridad industrial | X | | | X |
| 18 | Uso eficiente de energía | X | | | X |
| 19 | Sistemas de emergencia | X | | X | |
| 20 | Uso eficiente de agua | X | | | X |

Inspección de áreas externas

A partir de la inspección de las áreas externas en el sistema Papallacta Integrado se obtuvo los siguientes resultados:

Inspección a captaciones

- a) Salve Faccha es el punto de mayor aportación de agua cruda para la potabilización en la planta Bellavista con un promedio de 27572,46 m³/año.
- b) Al encontrarse varias de las captaciones dentro de la reserva ecológica Cayambe-Coca, se ha podido evidenciar que la presencia de turistas generan residuos.
- c) Se evidenció que al momento de realizarse la actividad de purgas de la presa Salve Faccha, se elimina gran cantidad de sedimentos.
- d) Los sedimentos eliminados en las purgas de la presa Salve Faccha presentan una contaminación temporal aguas abajo del embalse durante la purga.
- e) Acumulación de desperdicios debido a la no recolección adecuada de los residuos dentro de la captación.

Inspección de la conducción

La conducción del Sistema Papallacta Integrado comprende 66,5 Km los cuales están comprendidos por la Estación Elevadora, Boosters Estación Recuperadora, y Estación Válvula Esférica, a continuación se detallan los hallazgos de cada uno de los lugares antes mencionados.

Estación elevadora

Se evidenció lo siguiente:

- Consumo elevado de agua: este consumo es debido a que la estación elevadora es el lugar designado para que las personas que trabajan en el sistema puedan realizar actividades de aseo personal y limpieza de herramientas y demás actividades. El número promedio de trabajadores que se encuentran en la estación elevadora es de 28.
- Falta de medidores para la cuantificación del consumo de agua.

Boosters

Se evidenció que es una estación operativa, por tanto el número de trabajadores es limitado. Por tratarse de una estación de bombeo se requiere de una cantidad importante de energía la misma que es obtenida de la Planta Hidroeléctrica Recuperadora.

Estación Recuperadora

Se evidenció lo siguiente:

- En los cubetos de almacenamiento temporal de combustible se encontraban llantas y otros residuos obstruyendo los canales.
- Altos niveles de ruido por parte del generador.
- Almacenamiento inadecuado de residuos sólidos, aceites, lubricantes y materias primas.
- La maleza en la estación es eliminada con productos químicos deterioradores de la capa de ozono.

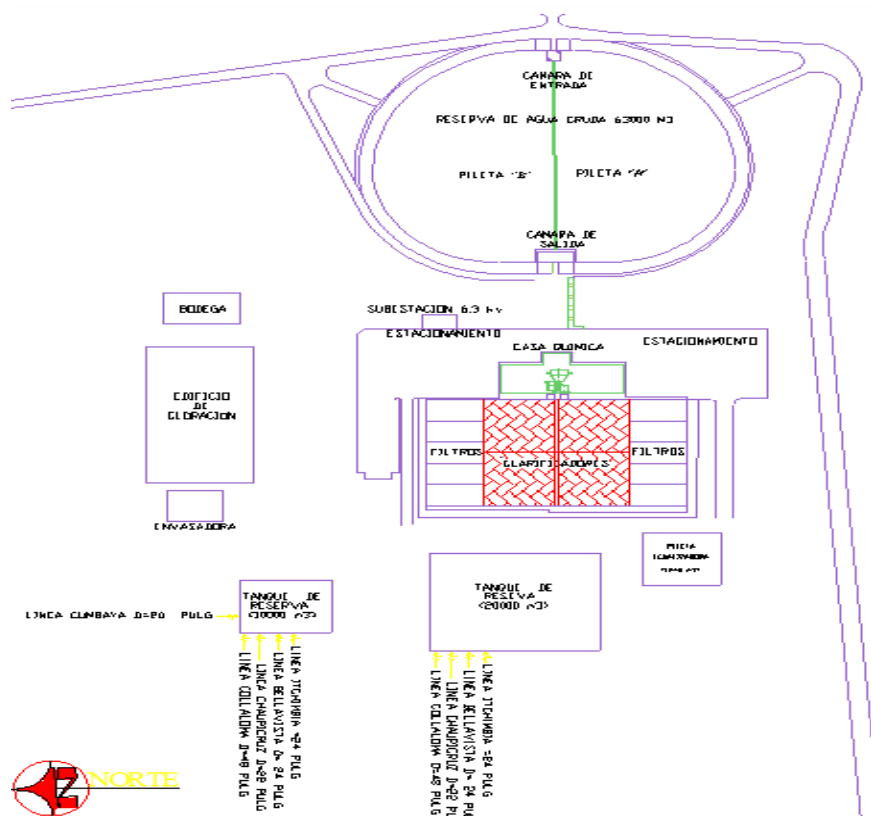
Estación Válvula Esférica

En la Estación Válvula Esférica se pudo evidenciar que en la parte posterior de la cámara de válvulas, existían restos de material quemado, lo que nos indica un inadecuado manejo de los residuos dentro de este lugar. La misma que se puede evidenciar en las matrices de impactos de la conducción del sistema Papallacta Integrado.

Inspección de áreas internas

En la Figura 10 se presenta un mapa de ubicación de la planta de tratamiento de agua potable Bellavista.

Figura 10. Mapa de ubicación de la planta de tratamiento Bellavista



A partir del mapa de ubicación de la planta de tratamiento de agua potable Bellavista representada en la Figura 10, se realizó la inspección interna de la planta y de la Envasadora, evidenciándose lo siguiente:

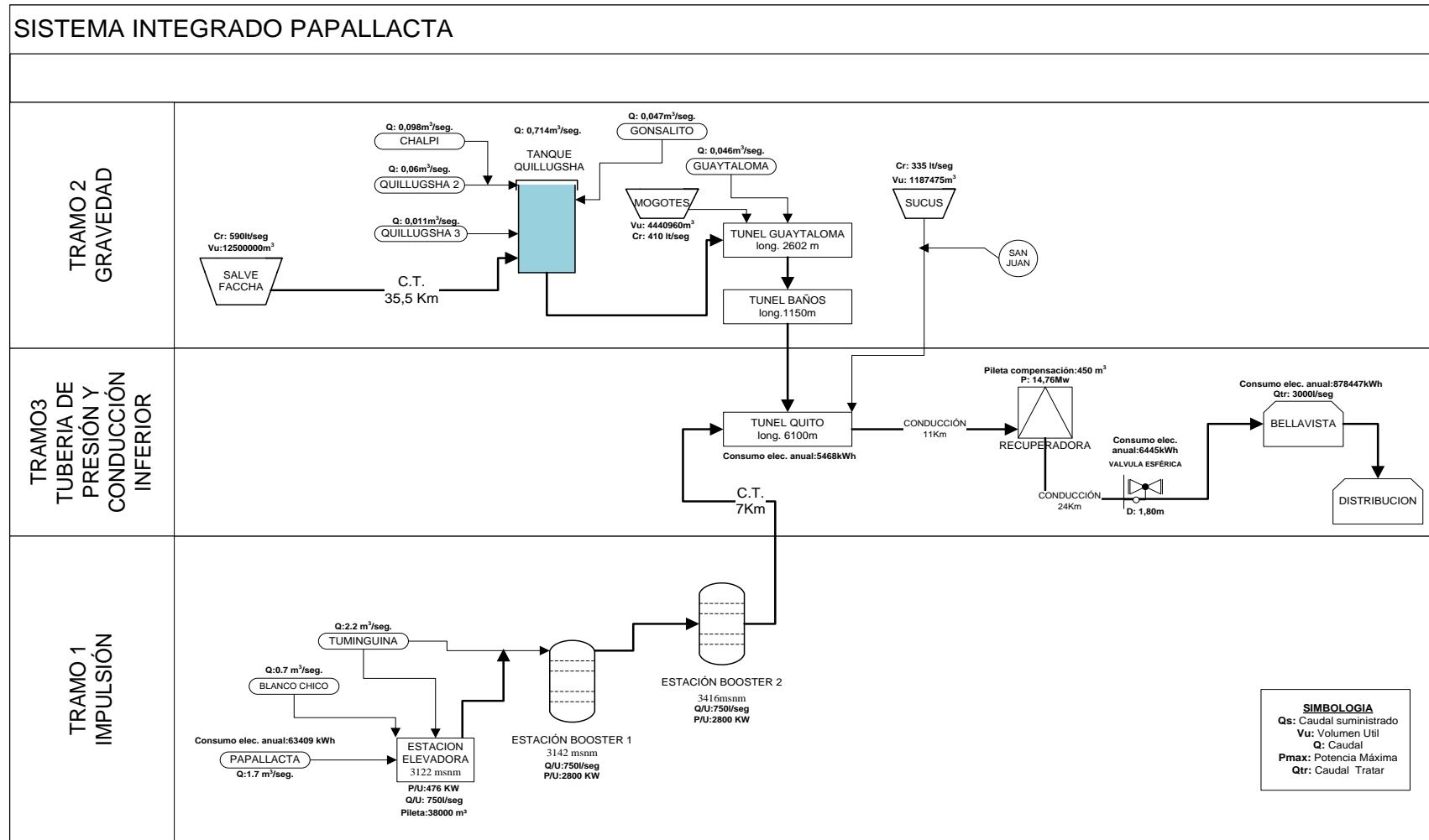
- ✓ Almacenamiento inadecuado de residuos sólidos, materias primas, aceites lubricantes y baterías en las bodegas de la planta.
- ✓ Derrame de polímero en el área de almacenamiento.
- ✓ Tamaño inadecuado de los cubetos de almacenamiento de aceites.
- ✓ Desperdicio de agua en medidores de turbiedad en el subsuelo de la planta Bellavista.
- ✓ Uso excesivo de agua para lavado de bidones en la planta Envasadora.
- ✓ Almacenamiento inadecuado de bidones en la planta Envasadora

Actividad 2. Elaboración de flujogramas

Flujograma cualitativo global

En la Figura 11 se presenta el diagrama de flujo global del sistema.

Figura. 11 Diagrama de flujo del sistema Papallacta Integrado



Flujogramas cualitativos específicos

A continuación se presentara cada uno de los flujogramas cualitativos específicos correspondientes a cada proceso que conforman las áreas externas del sistema Papallacta Integrado incluido la captación, conducción, Central Hidroeléctrica, Recuperadora y potabilización. En la Figura 12 se presenta el diagrama de la captación; Figura 13 el diagrama de conducción; Figura 14 Recuperadora; Figura 15 la planta de tratamiento Bellavista y Figura16 la Envasadora.

Figura. 12 Diagrama de flujo de la captación del sistema Papallacta Integrado

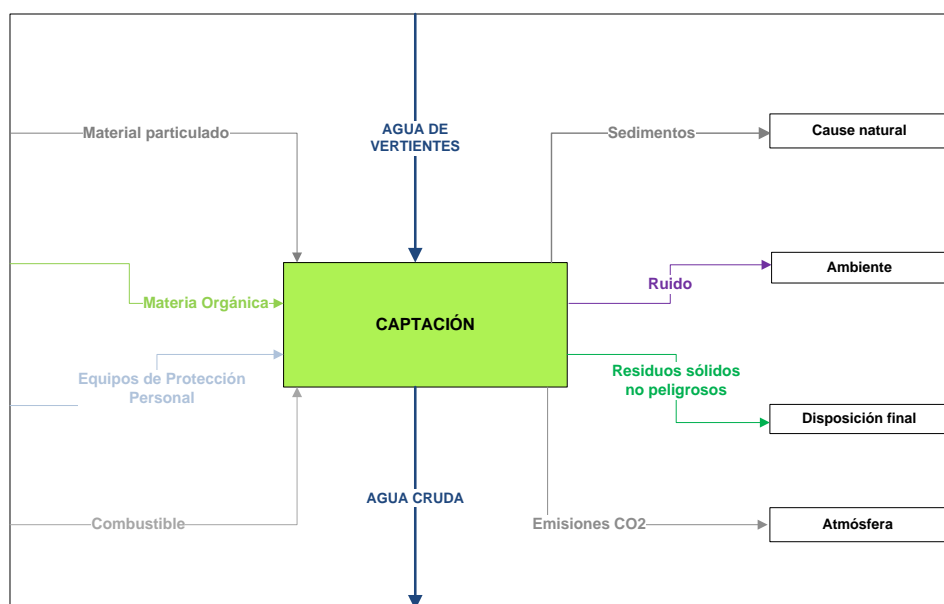


Figura. 13 Diagrama de flujo de la conducción del sistema Papallacta Integrado

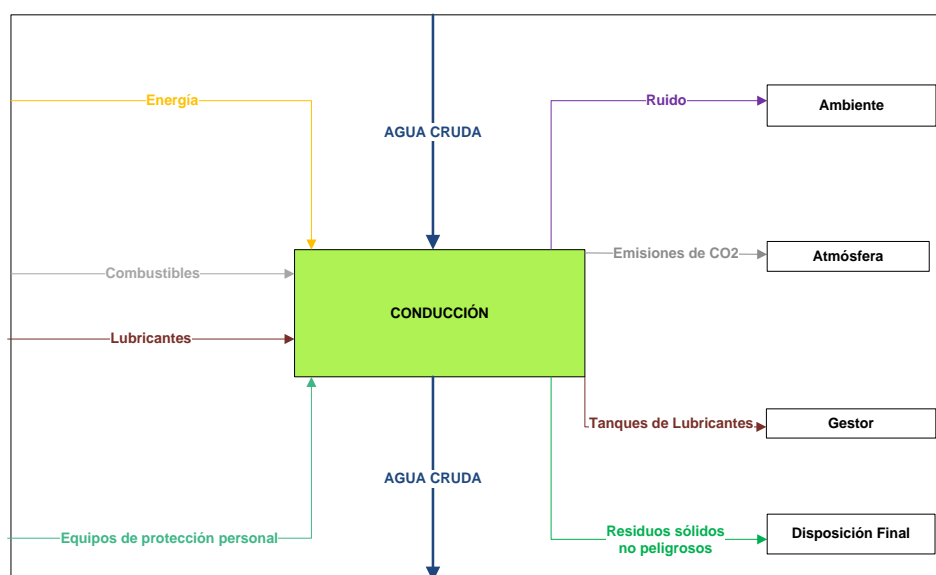


Figura. 14 Diagrama de flujo de la central Recuperadora

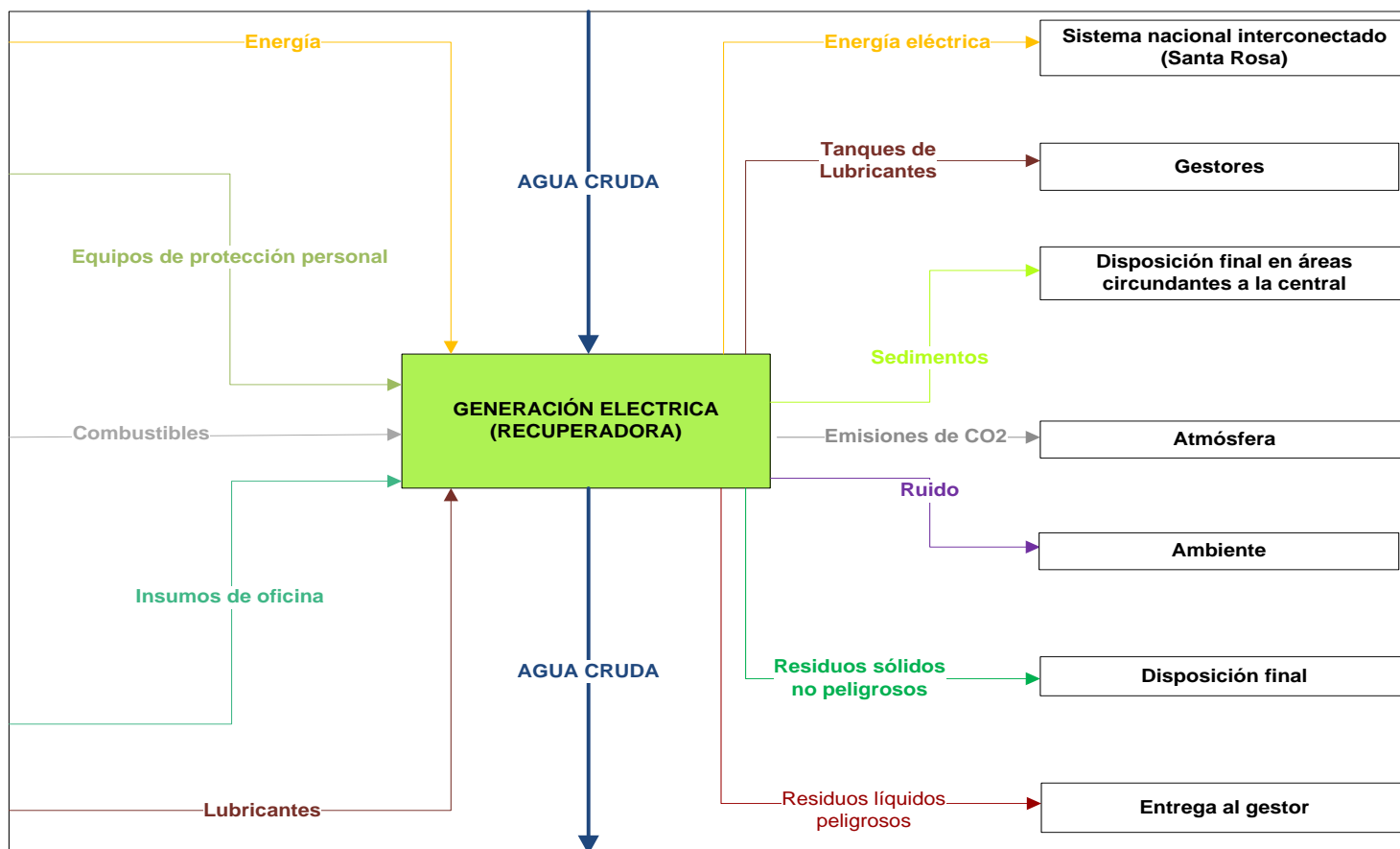


Figura. 15 Diagrama de flujo de la planta de tratamiento de agua potable Bellavista

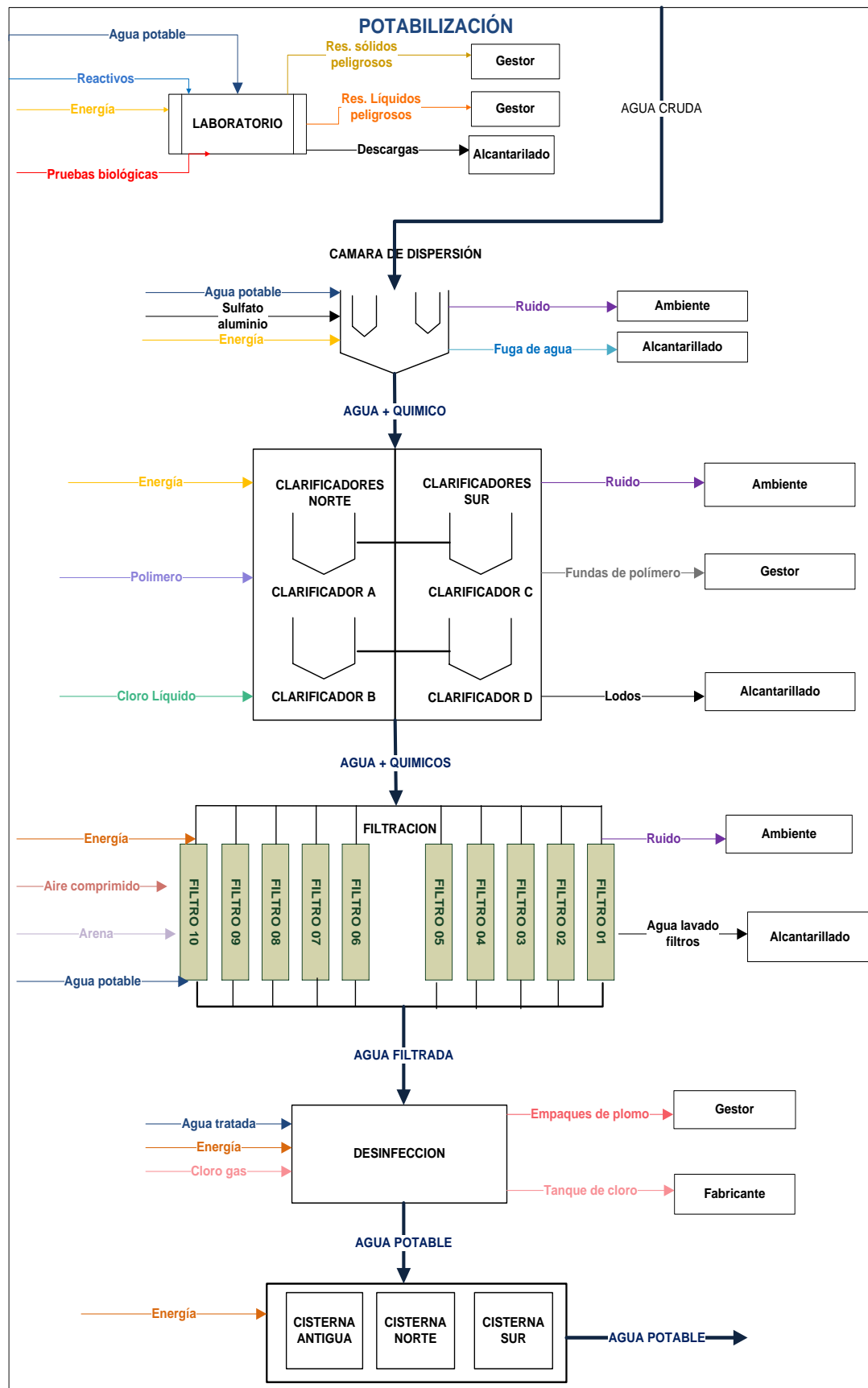
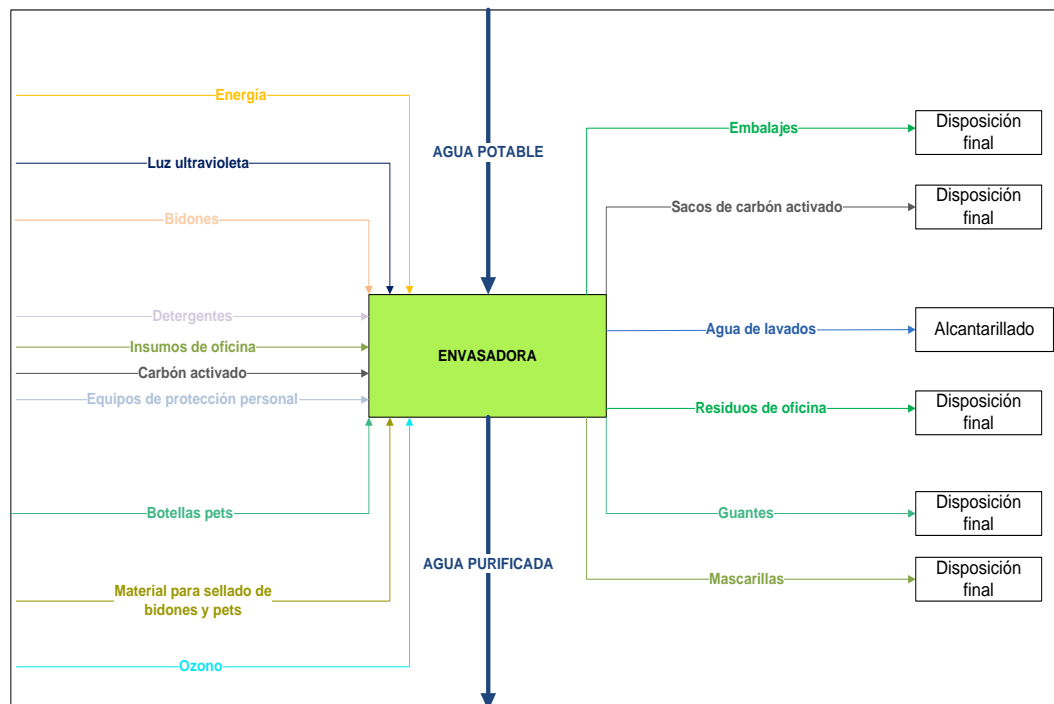


Figura. 16 Diagrama de flujo de la planta Envasadora



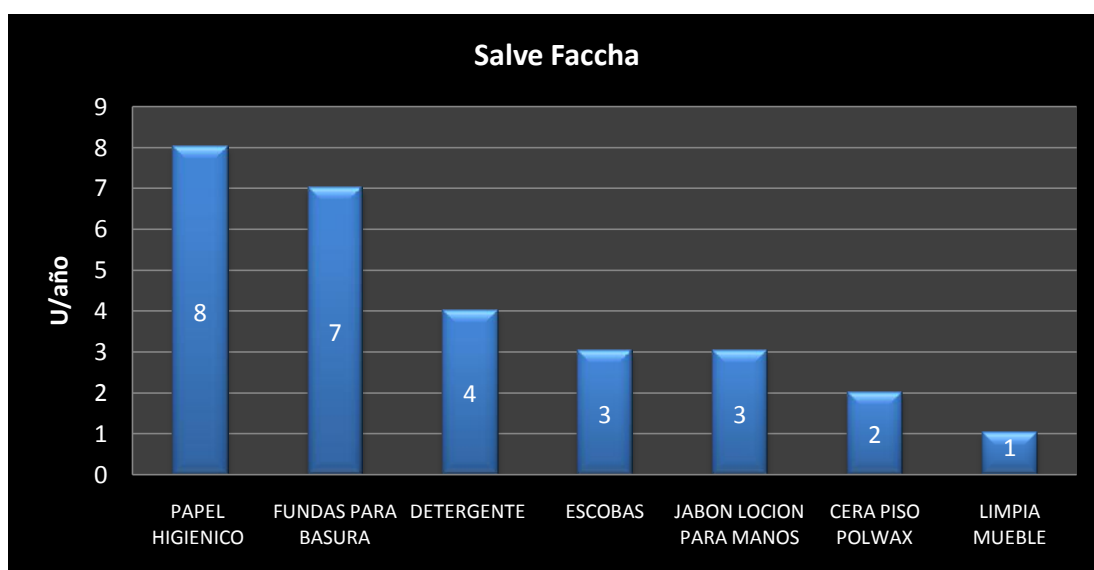
Actividad 3. Registros y mediciones (Tablas cuantitativas)

Se recolectó información sobre el consumo de agua, materias primas, consumo de energía y combustibles en los lugares donde existe dichos consumos, para valorarlos y poder obtener una posible oportunidad de mejora en el sistema Papallacta Integrado. En el Anexo I se presentan el detalle de consumo en el año 2010 en las Tablas 43 a la 56.

Consumo de Suministros del Sistema Papallacta Integrado

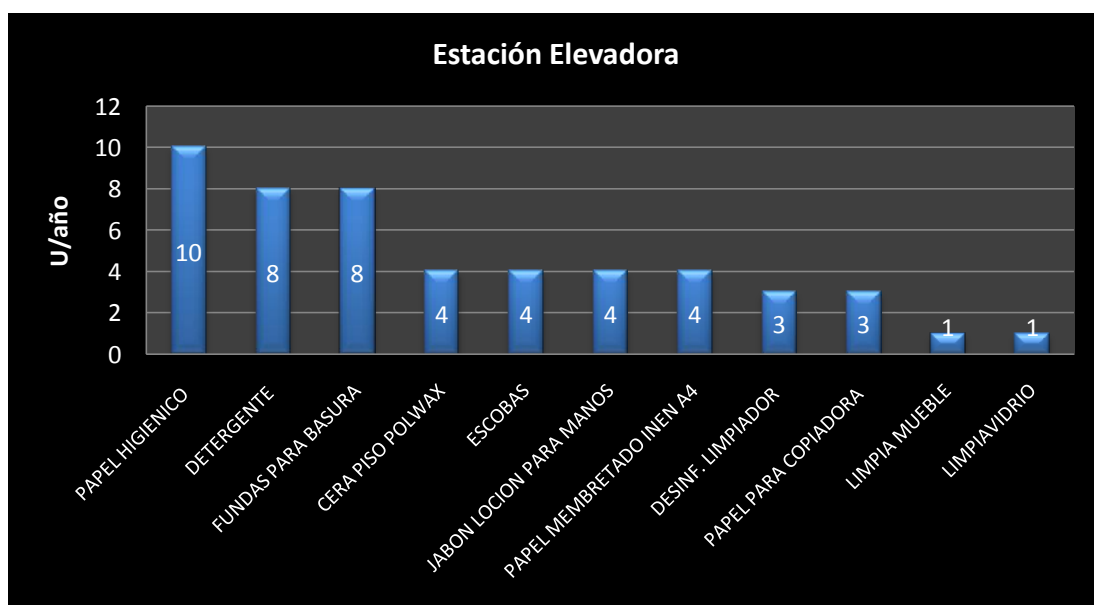
Salve Faccha: En laFigura17 se presenta el consumo de insumos en el campamento Salve Faccha correspondientes al periodo de enero a diciembre del 2010. En el Anexo I se detalla dicho consumo en la Tabla 43.

Figura 17. Consumo de insumos en el campamento Salve Faccha



Estación Elevadora: En laFigura18 se presenta el consumo de insumos correspondientes al periodo de enero a diciembre del 2010. En el Anexo I se detalla dicho consumo en la Tabla 44.

Figura 18. Consumo de insumo de la estación Elevadora



Boosters: En la Figura 19 y 20 se detallan los consumos de insumos en el año 2010 para cada una de las Boosters. En el Anexo I se detalla dicho consumo en las Tablas 45 y 46.

Figura 19. Consumo de insumos de Booster I

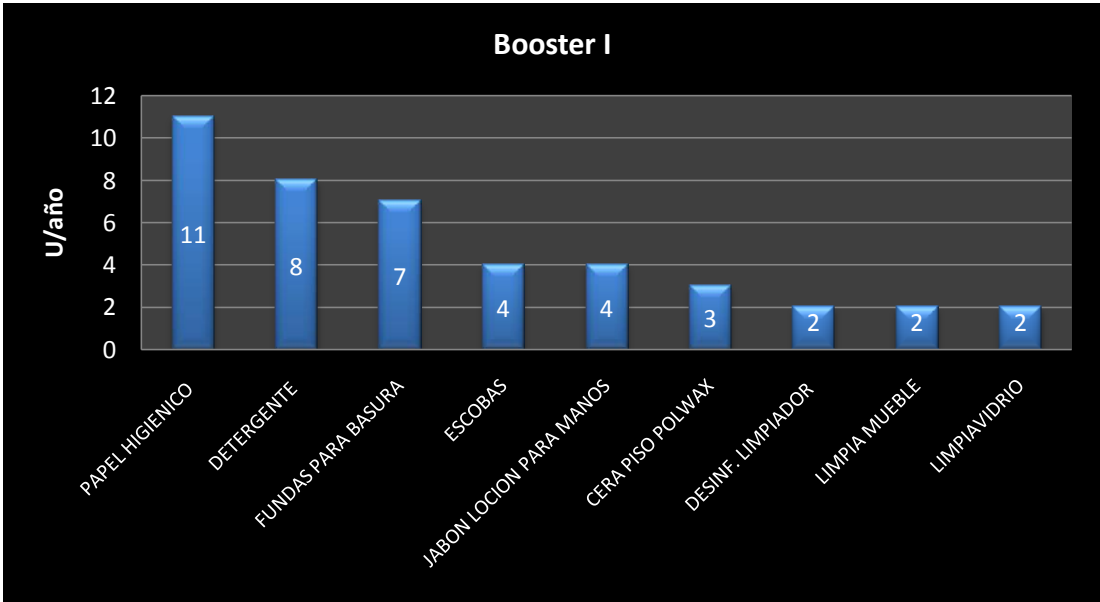
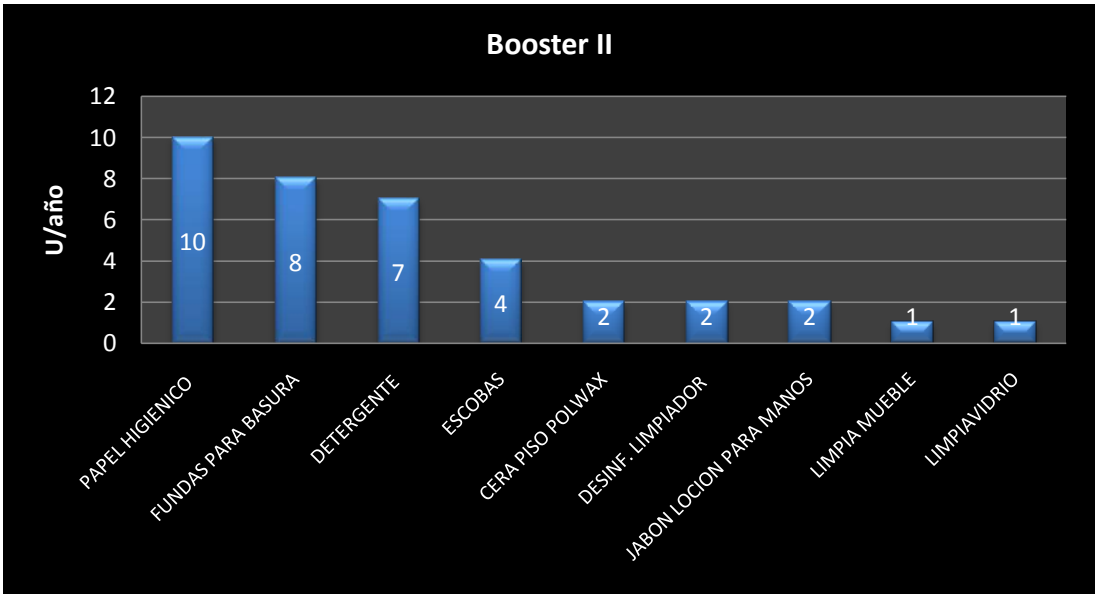


Figura 20. Consumo de insumos de Booster II



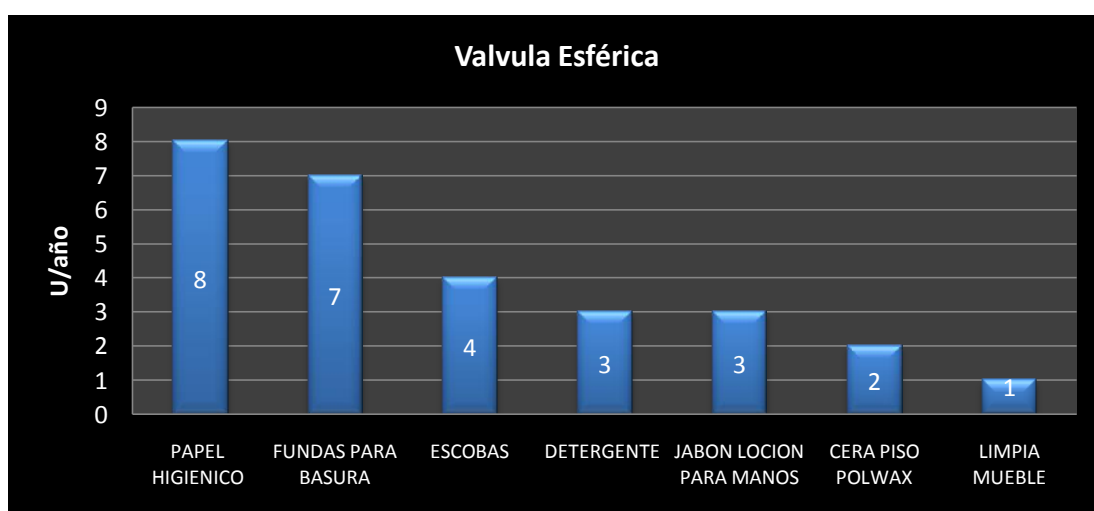
Estación Recuperadora: En la Figura 21 se presenta el consumo de insumos correspondientes al periodo de enero a diciembre del 2010. En el Anexo I se detalla dicho consumo en la Tabla 47.

Figura 21. Consumo de insumos de la estación Recuperadora



Estación Válvula Esférica: En la Figura 22 se presenta el consumo de insumos correspondientes al periodo de enero a diciembre del 2010. En el Anexo I se detalla dicho consumo en la Tabla 48.

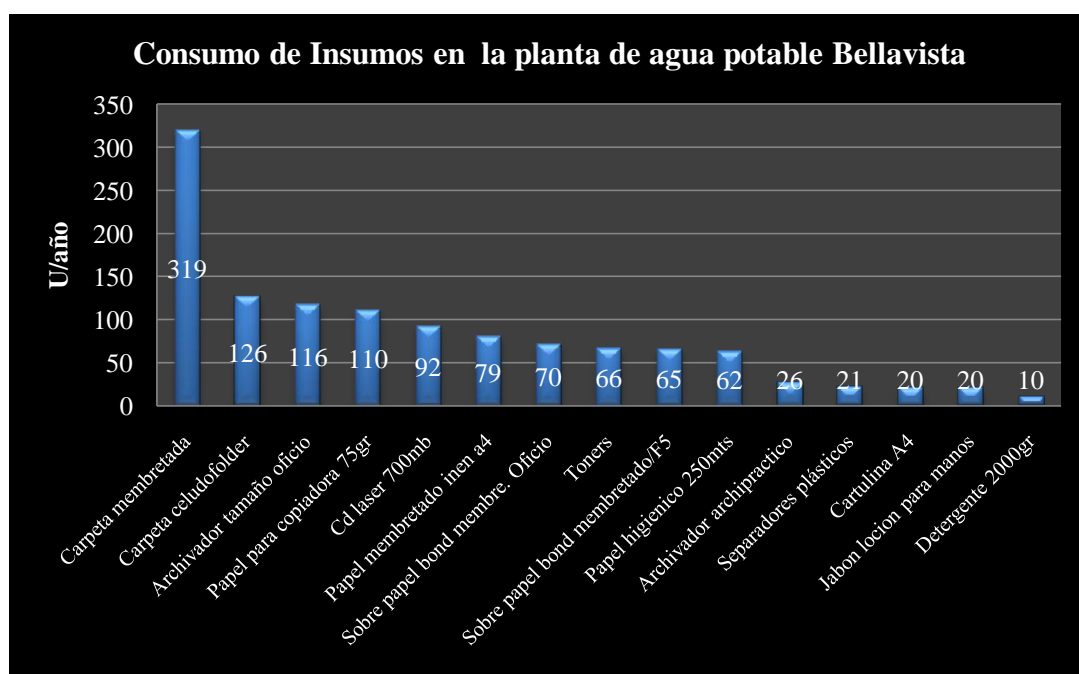
Figura 22. Consumo de insumos de la estación Válvula Esférica



Con respecto a las Figuras 17 a la 22, se observa que los suministros de mayor consumo en estas instalaciones son papel higiénico, fundas de basura y detergentes.

Planta de tratamiento de agua potable Bellavista: En la Figura 23 se presenta el consumo de insumos correspondientes al periodo de enero a diciembre del 2010. En el Anexo I se detalla dicho consumo en la Tabla 50.

Figura 23. Consumo de insumos en la planta de tratamiento Bellavista



Dentro de la planta de tratamiento de Bellavista los insumos más empleados son: carpetas membretadas, utilizadas para entrega de oficios e informes; carpetas celudofolder para almacenamiento de oficios, reportes, etc.; archivadores tamaño oficio, usados para entrega de informes mensuales y papel para copiadora e impresiones, en la planta este si representa un problema potencial, ya que el almacenamiento no es el adecuado y puede existir la generación de vectores.

Adicionalmente para la planta de tratamiento de agua potable Bellavista en la Tabla 16 se presenta el consumo de productos químicos correspondientes al periodo de enero a diciembre del 2010.

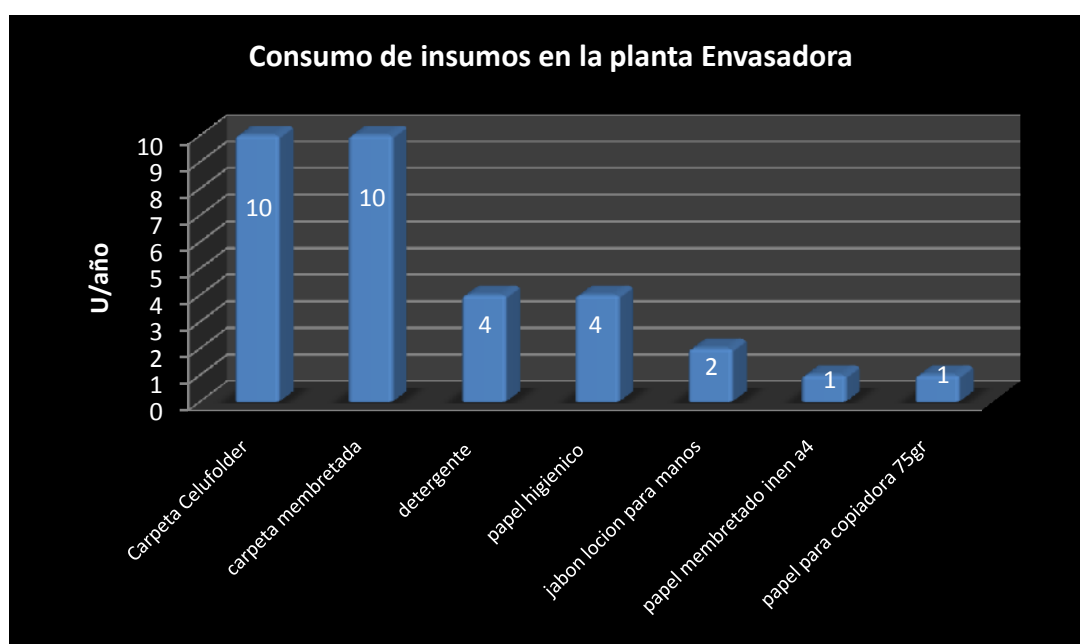
Tabla 16. Consumo de productos químicos utilizados para la potabilización

| Meses | Sulfato Aluminio Líquido m ³ | Cloro gas 907 kg | Polímero praestol 611 -TR |
|-------------------|--------------------------------------------------|---------------------|---------------------------------|
| Enero | 274.914 | 11.791 | 1.150 |
| Febrero | 257.806 | 12.698 | 1.200 |
| Marzo | 271.852 | 11.390 | 1.200 |
| Abril | 264.645 | 13.085 | 1.275 |
| Mayo | 242.229 | 13.869 | 1.075 |
| Julio | 247.271 | 11.859 | 1.075 |
| Agosto | 225.517 | 12.478 | 1.100 |
| Septiembre | 229.820 | 12.833 | 1.100 |
| Octubre | 241.615 | 12.304 | 1.200 |
| Noviembre | 255.979 | 12.619 | 1.175 |
| Diciembre | 237.611 | 11.991 | 1.072 |
| TOTAL | 2.749.259 | 136.917 | 12.622 |

Fuente: Departamento de producción de la planta Bellavista, 2011

Planta Envasadora: En la Figura 24 se presenta el consumo de insumos correspondientes al periodo de enero a diciembre del 2010. En el Anexo I se detalla dicho consumo en la Tabla 49.

Figura 24. Consumo de insumos en la planta Envasadora



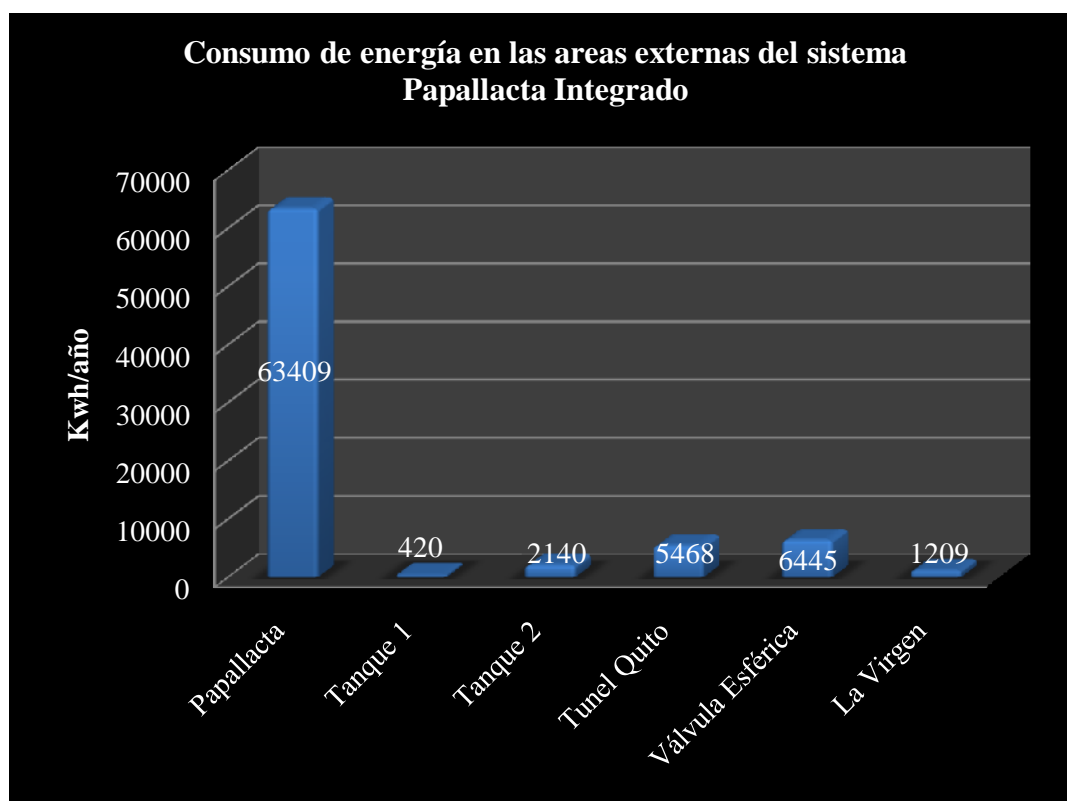
Dentro de la planta envasadora el mayor consumo es de carpetas celudofolder, el consumo medio corresponde a papel higiénico y detergente y el consumo mínimo que presenta la planta es papel para copiadora de 75gr.

Consumo de Energía en el Sistema Papallacta Integrado

En la Figura 25 se muestran los consumos de energía de los diferentes lugares que pertenecen al sistema Papallacta Integrado con excepción de la planta de tratamiento Bellavista y la envasadora, debido a la división inicial que se realizó para la inspección del sistema. En el Anexo I se detalla dicho consumo en la Tabla 51.

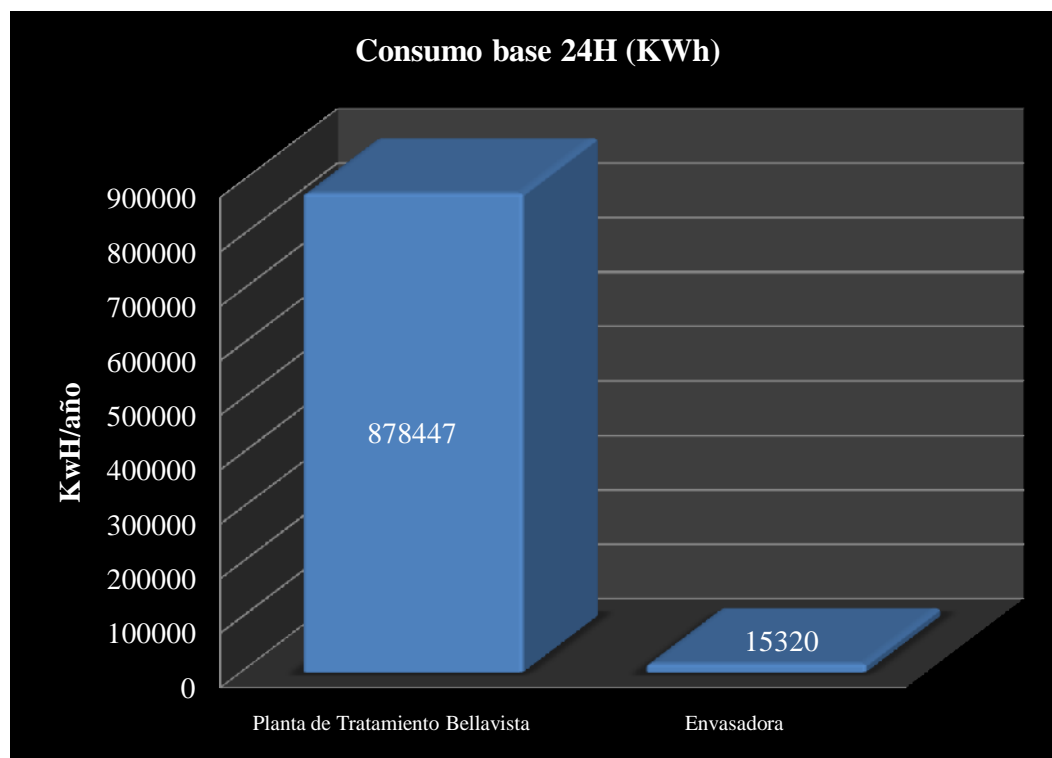
Adicionalmente en la Figura 26 se muestra el consumo de energía eléctrica en la planta de tratamiento de agua potable Bellavista y la Envasadora. En el Anexo I se detalla dicho consumo en la Tabla 51.

Figura 25. Consumo de energía eléctrica en el sistema Papallacta Integrado.



En la Figura 25 se observa que el mayor consumo de energía eléctrica se origina en la estación Elevadora de Papallacta, el consumo medio de electricidad corresponde al túnel Quito y la estación con menor consumo es la salida del túnel Quito o la Virgen.

Figura 26. Resumen de consumo de energía en la planta de tratamiento Bellavista y Envasadora

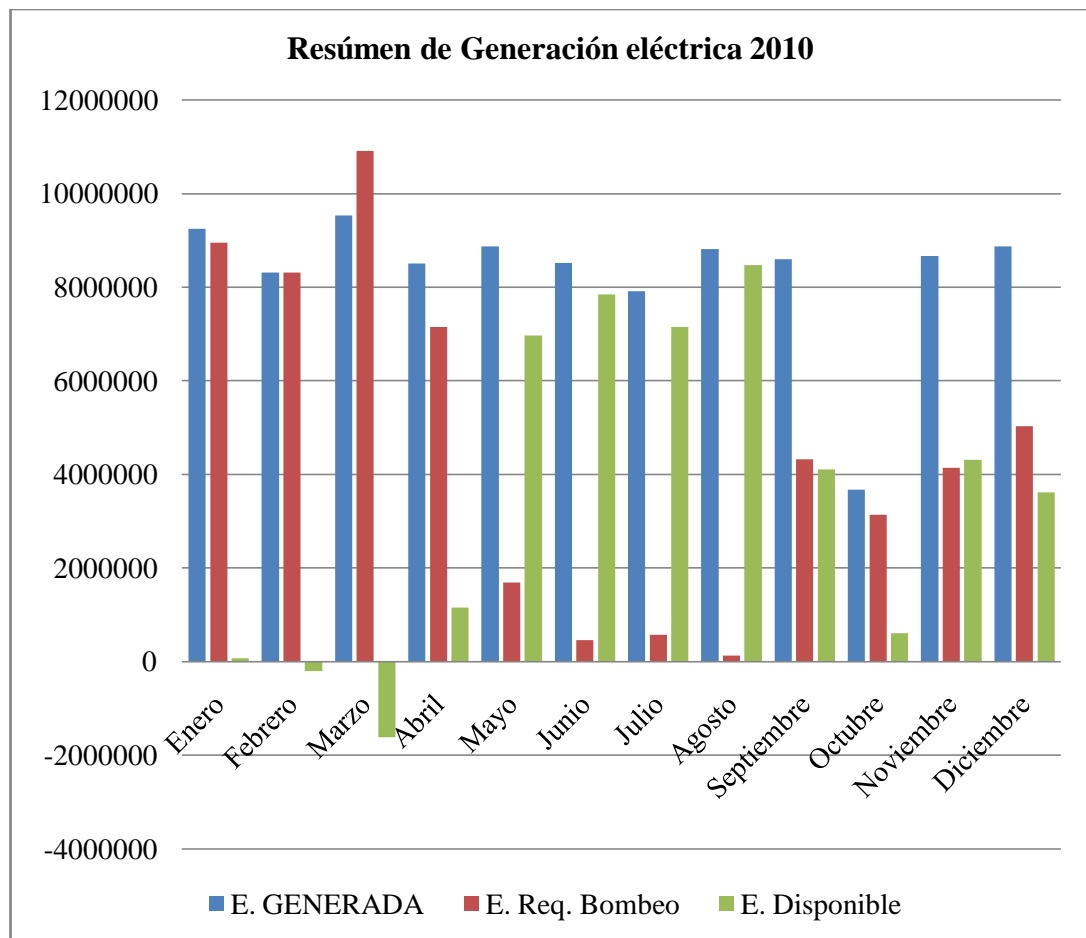


La Figura 26 señala que la planta de Tratamiento Bellavista presenta un mayor consumo debido a que se encuentra el proceso de potabilización, centros de monitoreo (SCADA) y oficinas.

Considerando el consumo global del sistema Papallacta Integrado se reporta un mayor consumo para la planta de tratamiento Bellavista, seguido de la Elevadora y posteriormente la Envasadora.

En la Figura 27 se presenta un resumen de la generación eléctrica de la estación Recuperadora durante el año 2010, observándose que para los meses de enero a abril se presenta el mayor consumo de energía asignada al proceso de bombeo implicando la no disponibilidad de energía para otros propósitos. En el Anexo I se detalla dicha generación eléctrica en las Tablas 52 y 53.

Figura 27. Resumen de generación eléctrica en la estación Recuperadora

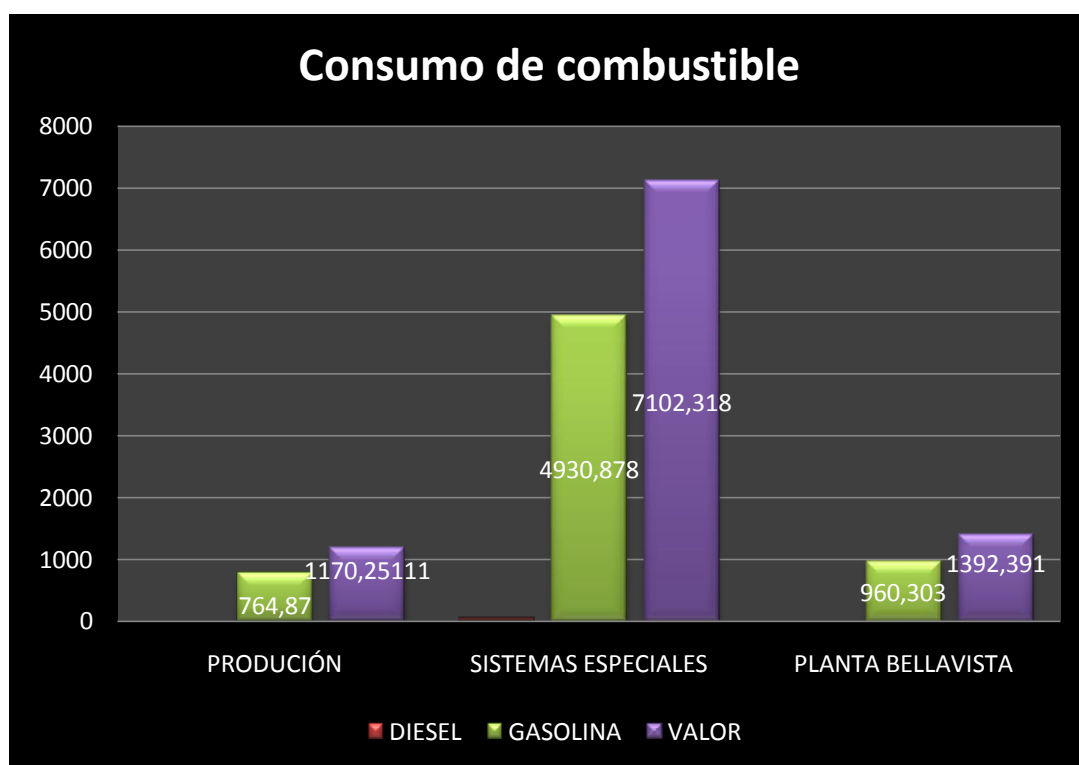


Al analizar la figura 27 se puede observar que los meses en los cuales se ha requerido más energía para bombeo son de enero a abril del 2010, por tanto implica que no exista energía disponible para otros propósitos.

Consumo de combustibles en el Sistema Papallacta Integrado

En la Figura 28 se presenta el consumo de combustibles para cada uno de los departamentos que componen el sistema Papallacta. En el Anexo I se detalla dicho consumo en la Tabla 54.

Figura28. Consumo de combustibles en el sistema Papallacta Integrado

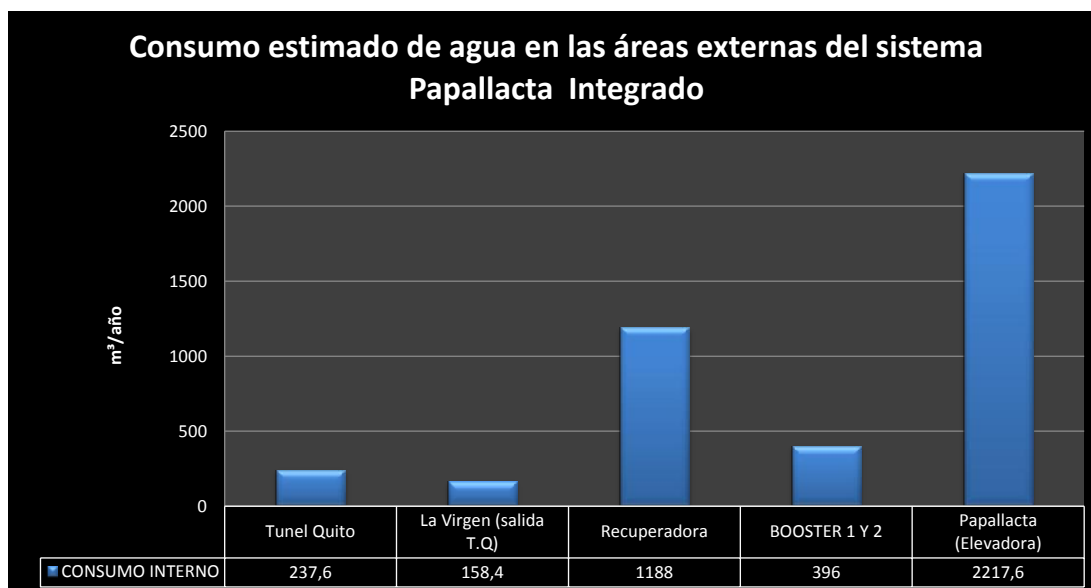


Como se puede observar el departamento de sistemas especiales es el que mayor consumo de combustibles posee, esto se debe a las inspecciones permanentes que se debe realizar a los procesos de captación y conducción.

Consumo de agua en el sistema Papallacta Integrado

En la Figura 29 se presenta el consumo estimado de agua en las captaciones y conducción del sistema Papallacta Integrado y sus respectivos datos tabulados en el Anexo I, en la Tabla 56.

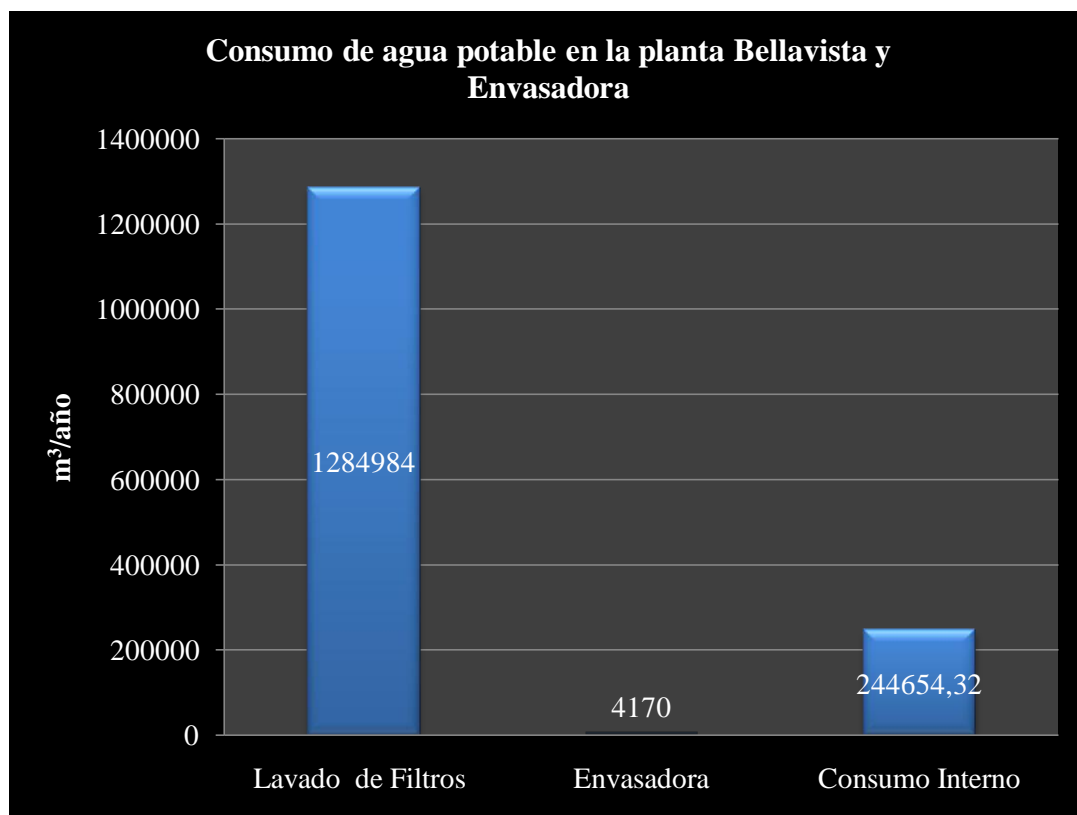
Figura 29. Consumo estimado de agua en las captaciones y conducciones del sistema Papallacta Integrado



Según la Figura 29 los lugares de mayor consumo estimado de agua corresponden a la estación Elevadora, Recuperadora y Booster 1 y 2, esto se debe al número de personas existentes en cada uno de las estaciones antes mencionadas oscilando entre 28, 15 y 5 personas respectivamente, las cuales desarrollan las actividades operativas y de mantenimiento de las áreas pertenecientes a las captaciones y conducciones del sistema.

En la Figura 30 se representa el consumo de agua potable que se utilizan durante el proceso de potabilización en lavado de filtros, consumo interno que comprende uso de duchas, lavamanos, inodoros, etc.; además incluye el consumo de agua de la planta Envasadora, los valores tabulados se encuentran disponibles en el Anexo I en la Tabla 55.

Figura 30. Consumo de agua potable en la planta de tratamiento Bellavista y Envasadora



El lavado de filtros es la principal actividad donde se consume agua potable, seguido del consumo interno que involucra el consumo existente en lavamanos, inodoros, lavado de material de laboratorio, duchas de trabajadores, etc. El consumo de la Envasadora presenta valores inferiores pero no despreciables.

La cuantificación del volumen de agua utilizada para el lavado de bidones reporta un valor de 37,5 L en 300 segundos, mientras que la cuantificación de papel, pilas, hojas A0, resmas de papel boom y tubos fluorescentes de 40 W se encuentra tabulado en la Tabla 17.

Tabla17. Volumen empleado para lavar bidones

| Experimental | | |
|---------------------|-------------------|------------------|
| Tiempo (s) | Caudal (L) | # Bidones |
| 300 | 37,5 | 10 |

En la Tabla 18 se presenta el peso de cada uno de los residuos, los mismos que fueron obtenidos con la utilización de una balanza.

Tabla 18. Peso de residuos

| Residuo | Peso (g) |
|-------------------------------|-----------------|
| Resma de papel boom A4 de 75g | 2338,88 |
| Pilas AA | 24,7 |
| Hojas A0 | 44,9 |
| Fluorescente de 40 W | 230 |

Adicionalmente en la Tabla 19 y 20 se detalla el empleo y costo de las principales materias primas usadas para la potabilización y el proceso de envasado de agua respectivamente.

Tabla 19. Empleo y costo de las principales materias primas usadas en la potabilización de agua en la planta Bellavista

| Nº | Materias primas de la Potabilización | (A) Cantidad anual | Unidad | (B) Costo Unitario (\$/ unidad) | (A*B) Costo Total Anual (\$) | Finalidad de utilización | Tipo de Embalaje |
|----|--------------------------------------|-----------------------|--------|---------------------------------------|------------------------------------|--------------------------|---------------------|
| 1 | Sulfato de Aluminio Líquido | 2.749.259 | KG | 0,1630 | 448129,217 | Floculante | Ninguno |
| 2 | Cloro Gas 907 Kg | 123.048 | KG | 0,8021 | 98696,80 | Desinfección | Cilindros |
| 3 | Polímero | 12.622 | KG | 7,15 | 90247,3 | Coagulante | Bolsas Papel |
| 4 | Empaque de Plomo | 60 | U | 1,391 | 83,5 | Tanque se Cloro | Fundas Plásticas |

Tabla 20. Empleo y costos de las principales materias primas utilizadas en la planta Envasadora.

| No | Materias primas | (A) Cantidad anual | Unidad | (B) Costo Unitario (US\$/ unidad) | (A*B) Costo Total Anual (US\$) | Finalidad de utilización | Tipo de Embalaje |
|----|--------------------------|-----------------------|---------------|-----------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------|------------------|
| 1 | Capuchones | 31170 | U | 0,02 | 467,55 | Sellado de bidones | Plástico |
| 2 | Tapas | 31120 | U | 0,06 | 1960,56 | Sellado de bidones | Plástico |
| 3 | Etiquetas | 4988 | U | 0,10 | 498,8 | Bidones | Plástico |
| 4 | Análisis microbiológico | 839 | (prueba/lote) | 6,60 | 5537,4 | Control de calidad | Cartón |
| 5 | Prueba de cloro residual | 801 | (prueba/lote) | 0,31 | 248,31 | Control de calidad | Cartón |

Tabla 20. Empleo y costos de las principales materias primas utilizadas en la planta Envasadora. (continua)

| No | Materias primas | (A) Cantidad anual | Unidad | (B) Costo Unitario (US\$/ unidad) | (A*B) Costo Total Anual (US\$) | Finalidad de utilización | Tipo de Embalaje |
|----|---------------------|--------------------------|-------------------|--------------------------------------------|-----------------------------------------|-----------------------------|------------------|
| 6 | Prueba de ozono | 435 | (prueba/l ote) | 1,52 | 661,2 | Control de calidad | Cartón |
| 7 | Pruebas de limpieza | 79 | U | 2,50 | 197,5 | Control de calidad | Cartón |
| 8 | Desengrasante | 25 | U | 5,22 | 130,5 | Lavado de bidones | Plástico |
| 9 | Desinfectantes | 13 | U | 4,39 | 58,387 | Control de calidad | Plástico |
| 10 | Detergentes | 9 | U | 3,85 | 33,11 | Lavado de bidones | Plástico |

Luego de la cuantificación de cada una de las materias primas utilizadas en el proceso de producción del sistema Papallacta Integrado es necesario cuantificar los residuos generados los cuales se encuentran cuantificados en la Tabla 21 para la planta de tratamiento de agua potable Bellavista.

Tabla 21. Generación y destino de los residuos de los procesos productivos de la planta Bellavista

| No | Nombre del residuo | Puntos de generación en el proceso | Residuo Peligroso (sí o no) | Cantidad anual | Destino | Formas de comercialización |
|----|-------------------------------|------------------------------------|-----------------------------|----------------|-----------|----------------------------|
| 1 | Fundas de polímero | Floculación | Si | 317 (U) | INCINEROX | NINGUNA |
| 2 | Fundas Plást. Cont. Químicos | Laboratorio | Si | 290 (Kg) | INCINEROX | NINGUNA |
| 3 | Aceite SAE 90 | Proceso | Si | 275 (Gal) | INCINEROX | NINGUNA |
| 4 | Empaques de Plomo | Cloración | Si | 235 (U) | INCINEROX | NINGUNA |
| 5 | Aceite Mineral | Proceso | Si | 110 (Gal) | INCINEROX | NINGUNA |
| 6 | Baterías Usadas | | Si | 103 (Kg) | INCINEROX | NINGUNA |
| 7 | Desechos Inorgánicos | Laboratorio | No | 72,55 (Kg) | INCINEROX | NINGUNA |
| 8 | Tubos Fluorescentes | Planta | Si | 50 (Kg) | INCINEROX | NINGUNA |
| 9 | Vidrio | Laboratorio | No | 21,12 (Kg) | INCINEROX | NINGUNA |
| 10 | Wypes Usados (contaminados) | Planta | Si | 17,25 (Kg) | INCINEROX | NINGUNA |
| 11 | Sobres Colilers | Laboratorio | Si | 16 (Kg) | INCINEROX | NINGUNA |
| 12 | Plantilla Al. Microbiológicos | Laboratorio | Si | 12,22 (Kg) | INCINEROX | NINGUNA |
| 13 | Sobres Hach | Laboratorio | Si | 3,18 (Kg) | INCINEROX | NINGUNA |
| 14 | Sobres de Al+Sobres Colilers | Laboratorio | Si | 1 (kg) | INCINEROX | NINGUNA |

4.1.3 Etapa 3. Indicadores

En la etapa de indicadores se detallan los indicadores de proceso y los indicadores ambientales.

Indicadores de Proceso

Los indicadores de proceso para el Sistema Papallacta Integrado se encuentran tabulados en la Tabla 22 con la respectiva unidad de medición

Tabla 22. Indicadores de P+L del sistema Papallacta Integrado

| Nº | BASE DE INDICADOR | UNIDAD |
|----|----------------------------------------------------------------------------|-------------------|
| 1 | Consumo de agua vs metros cúbicos de agua producida. | $\frac{m^3}{m^3}$ |
| 2 | Consumo de energía vs metros cúbicos de agua producida | $\frac{Kw}{m^3}$ |
| 3 | Materia Prima vs metros cúbicos de agua producida | $\frac{Kg}{m^3}$ |
| 4 | Residuos Sólidos generados vs metros cúbicos de agua producida | $\frac{Kg}{m^3}$ |
| 5 | Residuos Sólidos peligrosos generados vs metros cúbicos de agua producida. | $\frac{Kg}{m^3}$ |
| 6 | Efluentes líquidos generados vs metros cúbicos de agua producida | $\frac{m^3}{m^3}$ |
| 7 | Costo de disposición de residuos | $\frac{USD}{Kg}$ |
| 8 | Costo de tratamiento de efluentes | $\frac{USD}{m^3}$ |

Indicadores Ambientales

Como indicadores ambientales para producción más limpia se han considerado la huella de carbono y la huella hídrica, cuyos resultados se detallan a continuación.

4.1.3.1 Desarrollo de la Huella de Carbono

Primer paso: Alcance de la Huella de Carbono

Dentro de las emisiones directas o alcance 1 hemos considerado a los combustibles y para el alcance 2 se ha considerado tanto a la energía eléctrica como al papel. (VIGLIZZO, 2010).

Segundo paso: Metodología a utilizar

La metodología propuesta consistió en obtener el periodo de cálculo, los procesos que emiten los gases de efecto invernadero y los factores de emisión. La memoria de cálculo se encuentra reportada en el anexo III, denominado hoja de cálculo.

Tercer paso: Periodo de cálculo

Se consideró un año calendario para el periodo de cálculo para la huella de carbono del sistema, correspondiente al año 2010 debido a que es el año más próximo y la cuantificación reportará valores casi cercanos a la realidad actual.

Cuarto paso: Datos para el Cálculo

Se encontró que para el sistema Papallacta Integrado las fuentes que implican la generación de GEI son:

- Equipos que generan electricidad e iluminación, en oficinas de las plantas, centrales de generación eléctrica, campamentos, estaciones de bombeo. Además de equipos eléctricos empleados en los procesos de potabilización como son filtros, clarificadores y cámara de dispersión.
- Elementos de transporte, propiedad de la empresa, como son camiones y camionetas.
- Consumo de papel en los diferentes puntos de la empresa, provistos como material para la elaboración de oficios, copias, impresiones, informes, etc.

Quinto paso: Recopilación de Datos

Para iniciar la recopilación de datos se tomó en cuenta la existencia de un factor de emisión, en la Tabla 23 se detalla las secciones en las cuales se obtuvo los consumos de combustibles.

Tabla 23. Secciones con consumo de combustibles

| N° | SECCIÓN | SISTEMA |
|----|----------------------------------|---------------------------------|
| 1 | Sistemas Especiales | Sistema Integrado Papallacta |
| 2 | Departamento de Producción | |
| 3 | Jefatura de la Planta Bellavista | |

En el alcance 2 referente a consumo de energía y papel de igual manera como se hizo para el alcance 1 se solicitó a las personas responsables de dicha información los consumo de energía eléctrica y de papel Inen en los lugares donde se emplee, es decir en los lugares que sea necesario su empleo desde la captación hasta llegar a la planta de tratamiento.

Los aspectos antes mencionados se los puede evidenciar en la tabla 24.

Tabla24. Secciones que consumen energía y papel en el sistema Papallacta Integrado

| N° | Sección | Energía eléctrica | Papel Inen |
|----|----------------------------------|-------------------|------------|
| 1 | Válvula Esférica | ✓ | |
| 2 | Túnel Quito | ✓ | |
| 3 | La Virgen | ✓ | |
| 4 | Recuperadora | ✓ | ✓ |
| 5 | Booster 1 y 2 | ✓ | |
| 6 | Papallacta | ✓ | ✓ |
| 7 | Planta de Tratamiento Bellavista | ✓ | ✓ |
| 8 | Tanque 1 | ✓ | |
| 9 | Tanque 2 | ✓ | |
| 10 | Envasadora | ✓ | ✓ |

Sexto paso: Elaboración de Plantilla

A continuación en la Figura 31 se presenta la matriz que se desarrolló para el cálculo de la huella de carbono del sistema Papallacta Integrado, donde se recogen las actividades generadoras de GEI. Adicionalmente en el Anexo I, Figura 64 se detalla los resultados en toneladas de CO₂ anuales.

Figura 31. Matriz de la Huella de Carbono del sistema Papallacta Integrado

| No. | |
|-----|--|
|-----|--|

4.1.3.2 Desarrollo de la Huella de Hídrica

Primer paso: Periodo de cálculo

El periodo de estudio se señala en el primer paso del desarrollo de la huella de carbono.

Segundo paso: Identificación de procesos

Los procesos que se identifican para el cálculo de la huella Hídrica de un producto son la captación, conducción, potabilización hasta la distribución con la finalidad de poder estimar la huella hídrica azul, verde y gris

Tercer paso: Recopilación de Datos

- *Datos para la Huella Hídrica Azul:*

En la Tabla 25 se detalla la cantidad de agua azul que el sistema Papallacta Integrado capta tanto para la potabilización como para el consumo de las personas que trabajan y viven dentro del sistema.

Tabla 25. Captación de agua azul

| HUELLA AZUL (m ³ /año) | | | |
|-----------------------------------|----------|---------|-----------------|
| Procesos y captaciones | Lagunas | Ríos | Consumo Interno |
| Chalpi | - | 5757946 | - |
| Quillugsha 2 | - | 277245 | - |
| Quillugsha 3 | - | 179580 | - |
| Gonsalito | - | 4903077 | - |
| Mogotes | 5950844 | - | - |
| Guaytaloma | - | 2656373 | - |
| Sucus | 7452544 | - | - |
| Salve Faccha | 10121868 | - | - |
| Válvula Esférica | - | - | 79,2 |
| Túnel Quito | - | - | 237,6 |
| La Virgen (salida T.Q) | - | - | 158,4 |

Tabla 25. Captación de agua azul (continua)

| HUELLA AZUL (m³/año) | | | |
|----------------------------------------|----------------|-------------|------------------------|
| Procesos y captaciones | Lagunas | Ríos | Consumo Interno |
| Recuperadora | - | - | 1188 |
| Booster I y II | - | - | 396 |
| Papallacta (Elevadora) | - | - | 2217,6 |
| Planta de Tratamiento Bellavista | - | - | - |
| Envasadora | - | - | - |

- ***Datos para la Huella Hídrica Verde:***

En la Tabla 26 se detallan los datos que se deben incluir para obtener el volumen de precipitación tanto en embalses como en piletas.

Tabla 26. Huella Verde del sistema Papallacta Integrado

| | Área embalse | Precipitación media anual | Área precipitada | Volumen precipitación media anual |
|---------------|----------------------|----------------------------------|----------------------------|------------------------------------------|
| Embalse | m² | mm lluvia | (m²)(mm) | m³/año |
| Salve Faccha | 1372878 | 1208,2 | 1658711200 | 1658711,2 |
| Mogotes | 621393 | 1400 | 869950200 | 869950,2 |
| Sucus | 349907 | 1199,5 | 419713446,5 | 419713,4465 |
| Pileta | | | | |
| Bellavista | 1770,73 | 1050 | 1859266,5 | 1859,2665 |
| Elevadora | | 1190,9 | 0 | 0 |

- ***Datos Para la Huella Hídrica Gris:***

En la Tabla 27 se han recopilado los valores del volumen de agua que ha sido contaminada ya sea por consumo o por impulsión

Tabla 27. Huella Gris del sistema Papallacta Integrado

| HUELLA GRIS (m ³ /año) | | | |
|-----------------------------------|---------|-------------|-----------------|
| Procesos y captaciones | Lavados | Agua bombeo | Consumo interno |
| Booster 1 y 2 | - | 17334135 | - |
| Papallacta (Elevadora) | - | | - |
| Torre Guamani | - | - | - |
| Planta de Tratamiento Bellavista | 1284984 | - | 244654,32 |
| Envasadora | - | - | 4170 |

Cuarto paso: Elaboración de la Plantilla

Luego de conocer cuáles son los datos que se incluirá en cada una de las columnas de la matriz, se procedió a elaborar la plantilla para obtener un valor de las tres huellas y el valor total de la huella hídrica del producto, como se muestra en la Figura 32.

Figura 32. Matriz de la Huella Hídrica de un producto del sistema Papallacta Integrado

| SISTEMA INTEGRADO PAPALLACTA | | | | | | | | | |
|--------------------------------|----------------------------------|-------------|----------------------|-------------|---------|-----------------------|----------------------|-------------|-----------|
| HUELLAS | | | HUELLA AZUL (m³/año) | | | HUELLA VERDE (m³/año) | HUELLA GRIS (m³/año) | | |
| N° | PROCESOS Y CAPTACIONES | # PERSONAS | LAGUNAS | RÍOS | CONSUMO | PRECIPITACIÓN | LAVADOS | A.BOMBEO | CONSUMO |
| 1 | Chalpi | - | - | 5757946 | - | - | - | - | - |
| 2 | Quillugsha 2 | - | - | 277245 | - | - | - | - | - |
| 3 | Quillugsha 3 | - | - | 179580 | - | - | - | - | - |
| 4 | Gonzalitos | - | - | 4903077 | - | - | - | - | - |
| 5 | Mogotes | - | 5950844 | - | - | 869950,20 | - | - | - |
| 6 | Guaytaloma | - | - | 2656373 | - | - | - | - | - |
| 7 | Sucus | - | 7452544 | - | - | 419713,45 | - | - | - |
| 8 | Salve Faccha | - | 10121868 | - | - | 1658711,20 | - | - | - |
| 12 | Valvula Esférica | 1 | - | - | 79,20 | - | - | - | - |
| 13 | Tunel Quito | 3 | - | - | 237,60 | - | - | - | - |
| 14 | La Virgen (salida T.Q) | 2 | - | - | 158,40 | - | - | - | - |
| 16 | Recuperadora | 15 | - | - | 1188,00 | - | - | - | - |
| 17 | BOOSTER 1 Y 2 | 5 | - | - | 396,00 | - | - | 17334135 | - |
| 18 | Papallacta (Elevadora) | 28 | - | - | 2217,60 | 0 | - | | - |
| 20 | Planta de Tratamiento Bellavista | 32 | - | - | - | 1859,2665 | 1284984 | - | 244654,32 |
| 21 | Envasadora | 4 | - | - | - | | - | - | 4170 |
| TOTAL ANUAL (m³) | | 90 | 23525256,00 | 13774221,00 | 4276,80 | 2950234,11 | 1284984,00 | 17334135,00 | 248824,32 |
| VALOR ANUAL DE HUELLA HÍDRICA | | 90 | 37303753,80 | | | 2950234,11 | 1284984,00 | | |
| TOTAL DE H.HÍDRICA DE PROCESO | | 41538971,91 | | | | | | | |
| AGUA POTABILIZADA ANUAL (m³) | | 70646902,00 | | | | | | | |
| H.HÍDRICA DEL PRODUCTO (m³/m³) | | 0,59 | | | | | | | |

4.1.4 Etapa 4. Estudio y evaluación

Actividad 1: Barreras

Las dificultades o barreras que se presentaron durante el desarrollo del plan de producción más limpia en el sistema Papallacta Integrado fueron:

- Gran parte de la información solicitada a las diferentes áreas del sistema se encuentra como archivo impreso existiendo la necesidad de tabular la información para poder procesarla.
- El sistema Papallacta Integrado tiene una extensión de aproximadamente 85,5 Km, motivo por el cual se dificultó el traslado a los diferentes lugares para recopilar la información requerida.
- El sistema Papallacta está conformado por una gran cantidad de procesos y en la mayoría de ellos utilizan gran cantidad de materias primas e insumos dificultando la tabulación de la información. El personal encargado de dicha información se presentó muy ágil en la entrega de la información vial mail y archivos físicos.
- Al ser el sistema Papallacta Integrado, el sistema más grande y con varios procesos en los cuales se involucra una variedad de materias primas e insumos, lo que dificultó la obtención de la información requerida.

Actividad 2: Costo asignado al residuo según P+L

En la Tabla 28 se detallan los costos de materia prima, transporte y los costos asignados a los residuos generados.

Tabla 28. Principales subproductos y residuos de la planta de tratamiento de agua potable Bellavista

| No | Subproductos, desperdicios, residuos, efluentes y emisiones | Costos asociados a materia prima | | | Costos asociados al tratamiento y disposición | | | | TOTAL T = (C - F- G) |
|------|-------------------------------------------------------------|----------------------------------|------|-------------|-----------------------------------------------|------|----------|-----|-------------------------|
| | | (A) | (B) | C = (A * B) | (D) | (E) | F= (D+E) | (G) | |
| I | Fundas de Polímero | 63,4 | 7,15 | 453,31 | 1,15 | 17,5 | 18,65 | 0 | 471,96 |
| II | Baterías Usadas | 103 | 99 | 10197 | 1,5 | 17,5 | 19,00 | 0 | 10216 |
| III | Tubos Fluorescentes | 50 | 0,75 | 37,5 | 1,55 | 17,5 | 19,05 | 0 | 56,55 |
| IV | Wypes Usados | 17,25 | 0,10 | 1,725 | 1,15 | 17,5 | 18,65 | 0 | 20,375 |
| V | Papel A4 75 gr | 260,96 | 5,16 | 577,92 | 0 | 0 | 0 | 0 | 577,92 |
| VI | Papel A4 75 gr | 326,2 | 3,55 | 497 | 0 | 0 | 0 | 0 | 497 |
| VII | Papel A0 90 gr | 4,4 | 0,17 | 17 | 0 | 0 | 0 | 0 | 17 |
| VIII | Tóner | 45 | 140 | 6300 | 0 | 0 | 0 | 0 | 6300 |

(A) Cantidad anual del desecho (Kg)

(B) Costo de la materia prima (mp) (USD/Kg)

(C) Costo del desecho x (mp) (USD)

(D) Costo de tratamiento (USD)

(E) Costo de Transporte (USD)

(F) Subtotal (USD)

(G) Precio de venta del desecho (USD)

(T) Total (USD)

La Tabla 29 muestra las alternativas para la minimización de subproductos, desechos, residuos, efluentes de la planta de tratamiento de agua potable Bellavista analizados en la Tabla 28 representados por números romanos.

Tabla 29. Alternativas para la minimización de subproductos, desechos, residuos, efluentes de la Planta de tratamiento de agua potable Bellavista

| No | Grupos | Alternativas para minimización | Subproductos, desechos, residuos, efluentes y emisiones | | | | | | | |
|----|----------------------------|------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------|----|-----|----|---|----|-----|------|
| | | | I | II | III | IV | V | VI | VII | VIII |
| | BUENAS PRÁCTICAS OPERACION | | | | | | | | | |
| 1 | | Estandarización de procedimientos | | | | | X | X | X | X |
| 2 | | Mejoramiento en el sistema de compras y ventas | X | X | X | X | X | X | X | |
| 3 | | Mejoramiento en el sistema de información y | X | | X | | X | X | X | X |
| 4 | PROCESO Y TECNOLOGÍA | Mejoramiento en el sistema de mantenimiento | X | X | X | X | | | | X |
| 5 | | Cambios e innovaciones tecnológicas | | X | X | | X | X | X | X |
| 6 | | Alteraciones en el proceso, inclusión o exclusión de | | | | | | | | |
| 7 | | Mejoramiento en las instalaciones, lay-out o proceso | X | | X | | | | | |
| 8 | MATERIA PRIMAS | Automatización de procesos | | | X | | | | | |
| 9 | | Sustitución de la materia prima o del proveedor | | X | X | X | | | | X |
| 10 | | Mejoramiento en la preparación de la materia prima | | | | | X | X | X | |
| 11 | | Sustitución de embalajes de la materia prima | X | | | | | | | |
| 12 | RECICLADO Y TRATAMIENTO O | Logística asociada a subproductos y residuos | X | X | X | | X | X | X | X |
| 13 | | Re-uso y reciclaje interno | X | X | X | X | X | X | X | X |
| 14 | | Re-uso y reciclaje externo | | X | | | | | | |
| 15 | | Tratamiento y disposición de residuos | X | X | X | X | | | | X |

4.2.4.3 Actividad 3: Evaluación de las causas generadoras de impactos

A continuación se presentan las Figuras 33-37 que identifican los aspectos ambientales del sistema Papallacta Integrado.

Actividad 4: Desarrollo del plan de Producción más limpia para el sistema Papallacta Integrado

El Plan de Producción más limpia, identifica los diferentes aspectos e impactos ambientales que puedan alteran en la producción de Agua Potable desde las captaciones hasta la potabilización, definiendo las actividades propuestas para dar un manejo eficiente de los recursos que se encuentren ligados a los diversos procesos.

Descripción de las acciones de producción más limpia a efectuarse

En la tabla 30 se precisan cada uno de los aspectos ambientales encontrados en el sistema Papallacta Integrado, además de la medidas de Producción más limpia para mitigar y disminuir los mismos, medios de verificación, periodo de ejecución. Responsables y los recursos necesarios para la implantación de las medidas de Producción más limpia.

4.2 Desarrollo de las etapas de P+L en el sistema Mica Quito Sur

4.2.1 Etapa 1: Planeación y organización del programa de P+L

- **Actividad 1. Compromiso de la gerencia**

El compromiso de la gerencia para el sistema Mica Quito Sur se basó en el compromiso de la gerencia del sistema Papallacta Integrado.

- **Actividad 2. Alcance y metas del programa**

El alcance del sistema Mica Quito Sur comprendió las captaciones (la Mica, Antisana, Jatunhuayco y Diguchi), conducción (Campamento Mica Sur, estación el Carmen, Pinantura, Válvula Reguladora la Moca,) y potabilización (planta de tratamiento de agua potable El Troje).

La meta para el sistema consistió en desarrollar un plan de producción más limpia que ayude a minimizar los impactos ambientales que se generan en este sistema.

- **Actividad 3: Formación del eco – equipo**

En la Tabla 31 se presenta la estructura del Eco-Equipo que se conformó para el Sistema La Mica Quito Sur.

Tabla 31. Estructura del eco- equipo del sistema Mica Quito Sur

| Nombre | Sección | Cargo - Responsabilidad |
|------------------------------------------------------------------|---------------------|---------------------------------------|
| Carlos Yáñez | Sistemas Especiales | Jefe de Sistema La Mica |
| Franklin Huanca | Sistemas Especiales | Jefe de Mantenimiento y Obras Civiles |
| Doris Pico | Producción | Funcionaria de Laboratorio |
| Mirely Segovia | Planta Bellavista | Jefe de la Planta de Bellavista |
| Roberth Gordon | Mantenimiento | Auxiliar de Mantenimiento |
| Nombre de interlocutor en la empresa: Msc. Kevin Espinosa | | |

- **Actividad 4: Identificación de barreras**

En la Figura 38 se realiza un análisis FODA para el sistema, detallando las fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas.

Figura 38. Análisis FODA para el sistema MQS

| Fortalezas | Oportunidades |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <ul style="list-style-type: none"> • Conocimiento de los sistemas • Recurso humano capacitado • Colaboración de los jefes de los sistemas • Capacitación de P+L • Certificación ISO 14000 en el sistema. | <ul style="list-style-type: none"> • Aplicar conocimientos aprendidos. • Realizar un caso de estudio real |
| Debilidades | Amenazas |
| <ul style="list-style-type: none"> • Falta de información digital • Dificultad para trasladarse hacia el sistema. • Falta de colaboración al ser tesisistas. | <ul style="list-style-type: none"> • Información no es totalmente confiable. |

4.2.2 Etapa 2: Pre evaluación

Esta etapa se desarrolló mediante una pre evaluación del sistema; los puntos a considerarse fueron: certificaciones ambientales, inspecciones de áreas externas e internas y diagramas de flujos.

- **Actividad 1: Reunir los datos generales del sistema**

Certificación ambiental

En la Tabla 32 se presenta una revisión de la situación ambiental del sistema. Adicionalmente en el Anexo II se evidencian los certificados que se han encontrado durante la evaluación, en las Figuras 66 a la 69

Tabla 32. Lista de chequeo de pre evaluación ambiental del sistema Mica Quito Sur

| Temas referentes a legislación ambiental | | | | | |
|-------------------------------------------------|------------------------------------------------|------------------------------|-----------|------------------------------------------------|-----------|
| No. | Temas | ¿Aplica a la empresa? | | Se encuentra implementada en la empresa | |
| | | SI | NO | SI | NO |
| 1 | Certificación Ambiental | X | | X | |
| 2 | Calidad de Agua utilizada | X | | X | |
| 3 | Efluentes | X | | X | |
| 4 | Residuos Sólidos | X | | X | |
| 5 | Químicos controlados | X | | X | |
| 6 | Lubricantes de aceite mineral | X | | X | |
| 7 | Higiene del lugar del trabajo | X | | X | |
| 8 | Lámparas Fluorescentes | X | | X | |
| 9 | Certificado de Bomberos | X | | X | |
| 10 | Transporte de carga peligrosa | X | | X | |
| 11 | Emisiones atmosféricas | | X | | X |
| 12 | CFC's | | X | | X |
| 13 | Emisiones atmosféricas emitidas por vehículos. | X | | X | |
| 14 | Ruido | X | | X | |
| 15 | Residuos de Laboratorio | X | | X | |
| 16 | Higienización de reservorios | X | | | X |
| 17 | Uso de seguridad industrial | X | | | X |
| 18 | Uso eficiente de energía | X | | | X |
| 19 | Sistemas de emergencia | X | | X | |
| 20 | Uso eficiente de agua | X | | | X |

Inspección de áreas externas

A partir de la inspección de las áreas externas en el sistema Mica Quito Sur se obtuvo los siguientes resultados:

Inspección a captaciones

Los aspectos que se pudieron evidenciar en las captaciones son:

- a) El embalse la Mica es el lugar del cual se obtiene mayor cantidad de volumen de agua cruda para la potabilización con un promedio de 67867890 para el año 2010 en relación a los captaciones aguas abajo del embalse con un volumen promedio de 373527,9 para la captación Antisana; 143836 para Jatunhuayco y 40234,3 para la captación Diguchi.
- b) Al encontrarse las captaciones y el embalse la Mica en la reserva ecológica Antisana, se evidenció que las actividades que se desarrollan dentro de la misma se las realiza con la finalidad de no afectar el entorno natural.
- c) Se evidenció que el generador eléctrico que se encuentra en las instalaciones del embalse la Mica, existían pequeños derrames de aceite; estos no constituyen un impacto ambiental considerable pero que pueden serlo en un futuro.

Inspección de la conducción

La conducción del Sistema la Mica Quito Sur comprende de una tubería de acero que recorre 54 Km desde sus captaciones hasta la planta de tratamiento de agua potable el Troje, los cuales están comprendidos por el campamento la Mica, central hidroeléctrica el Carmen y la estación reductora de presión y reguladora de caudal La Moca.

Campamento La Mica

Al ser un campamento en el cual no se desarrollan actividades que puedan ocasionar un impacto ambiental considerable no se evidenció aspectos que puedan generar opciones de producción más limpia.

Estación El Carmen

Al realizar la pre evaluación de la central hidroeléctrica el Carmen no se evidenció impactos ambientales significativos debido a que la central hidroeléctrica se encuentra dentro de la certificación ambiental ISO 14000 (Gestión Ambiental), que cuenta el sistema.

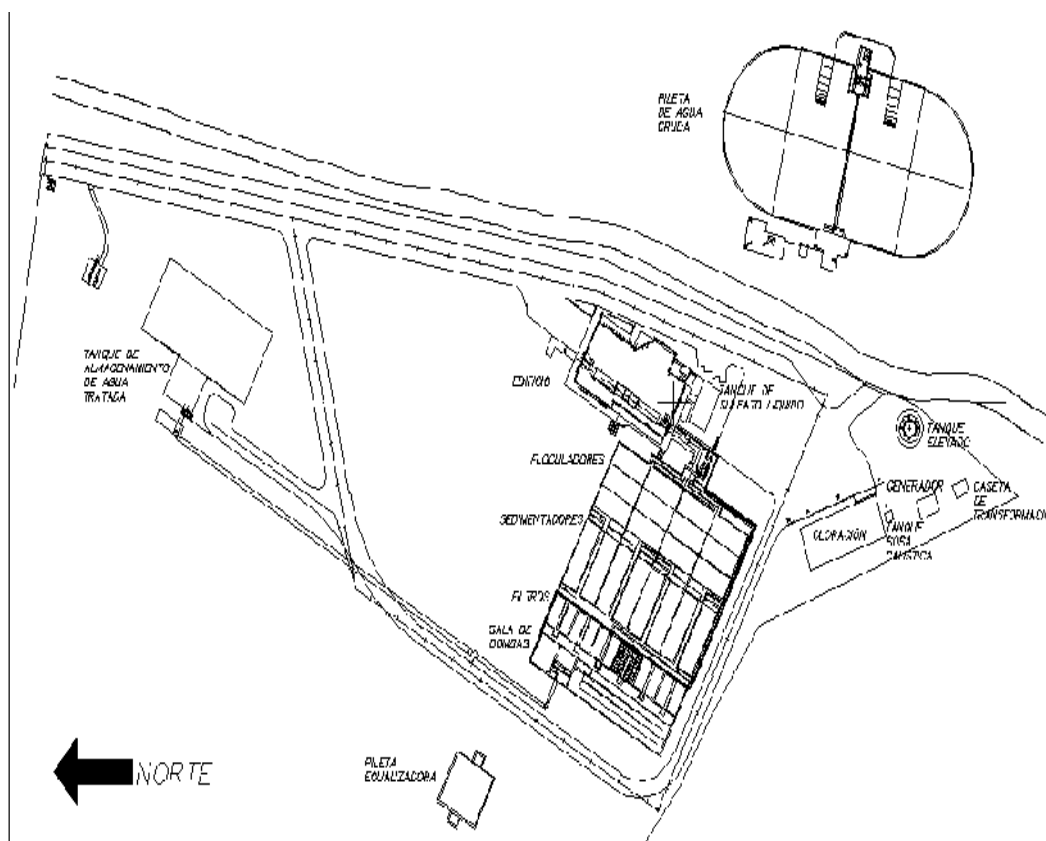
Estación reductora presión y reguladora de caudal “La Moca”

Al ser una estación en la cual se realizan actividades de control de caudal y de presión no se evidencia aspectos que pudieran causar un impacto ambiental ya sea generación de residuos, emisión o descargas.

Inspección del área interna

En la Figura 39 se presenta un mapa de ubicación de la planta de tratamiento de agua potable El Troje.

Figura 39. Mapa de ubicación de la planta de tratamiento El Troje



Después de la elaboración del mapa de ubicación, se pudo evidenciar los siguientes aspectos:

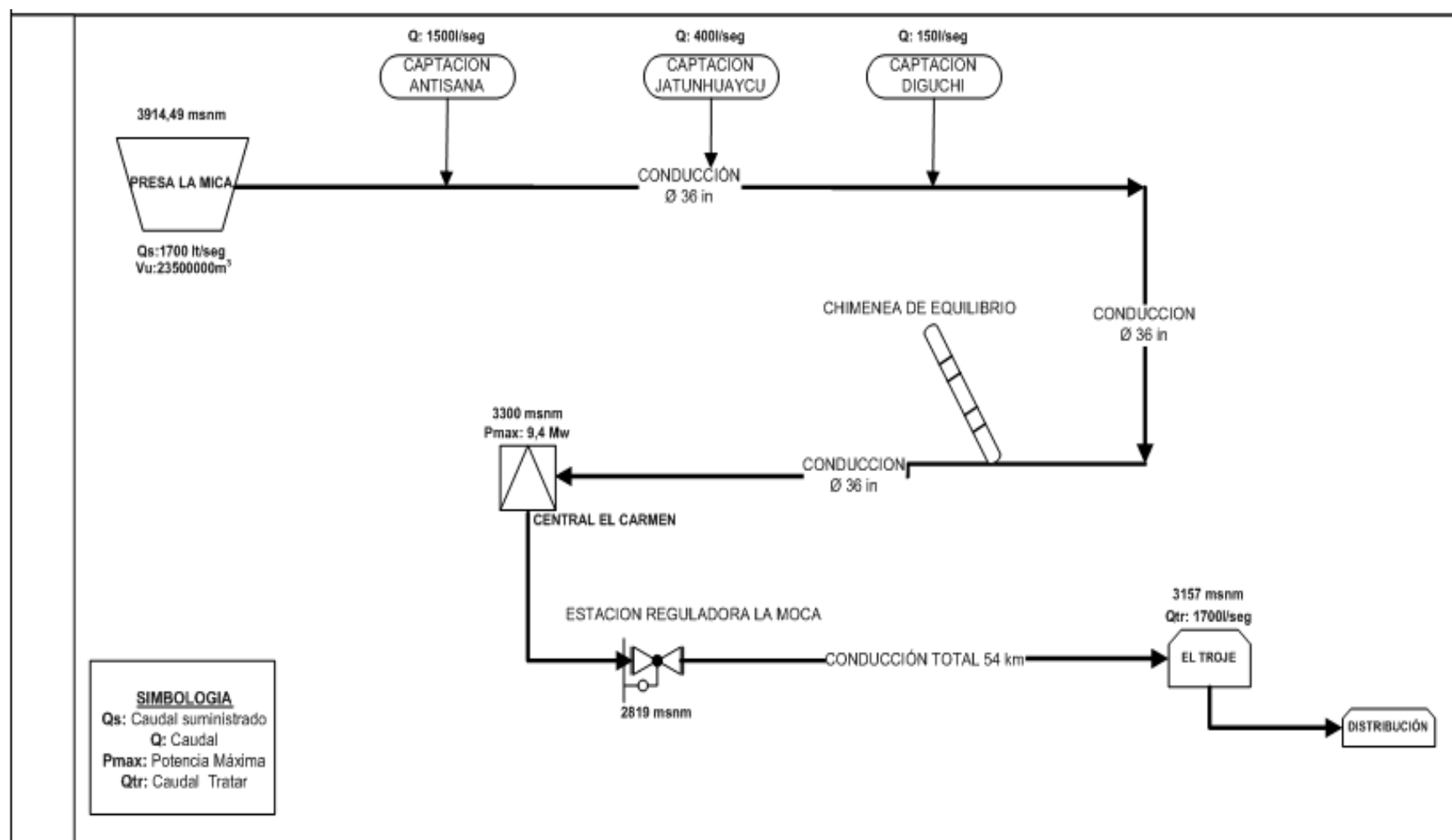
- ✓ Dosificador de sulfato de aluminio en mal estado
- ✓ Uso inadecuado de electricidad
- ✓ Desperdicio de agua al realizar mantenimientos manuales de los floculadores
- ✓ Almacenamiento inadecuado de aceites, lubricantes y residuos líquidos de laboratorio (falta de cubetos)
- ✓ Almacenamiento inadecuado de bidones.
- ✓ Se evidenció la presencia de materiales inadecuados al ingreso de agua cruda para la potabilización

- ***Actividad 2. Elaboración de Flujogramas***

- Flujograma cualitativo global***

En la Figura 40 se presenta el diagrama de flujo global del sistema.

Figura 40. Diagrama de flujo global del sistema Mica Quito Sur



Flujogramas cualitativos específicos

A continuación en las Figuras 41, 42, 43, 44 se presenta los flujogramas cualitativos específicos del sistema Mica Quito Sur, con los procesos de captación, conducción, potabilización y la central Hidroeléctrica el Carmen.

Figura 41. Diagrama de flujo la captación del sistema Mica Quito Sur

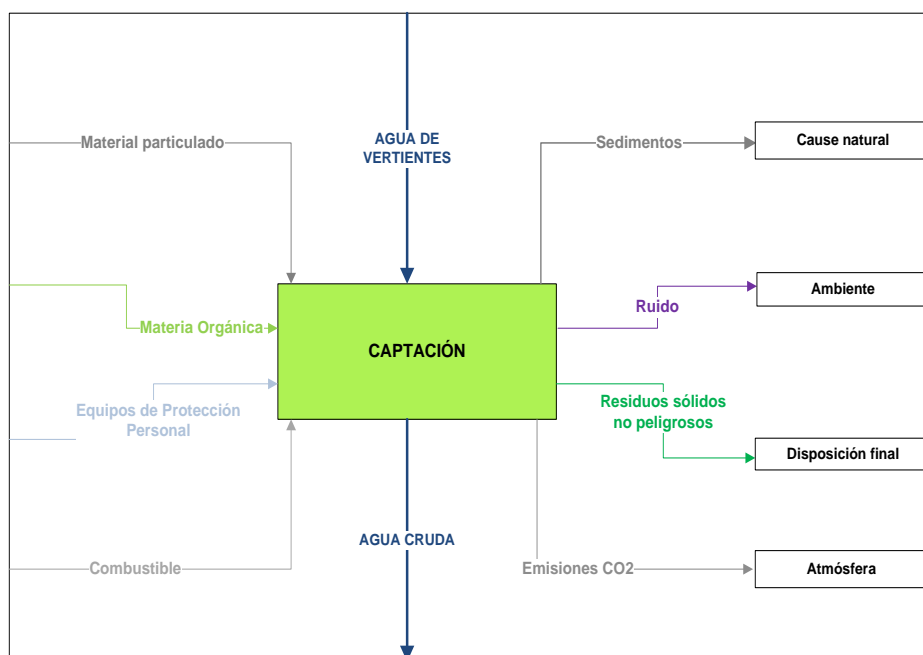


Figura 42. Diagrama de flujo de la conducción del sistema Mica Quito Sur

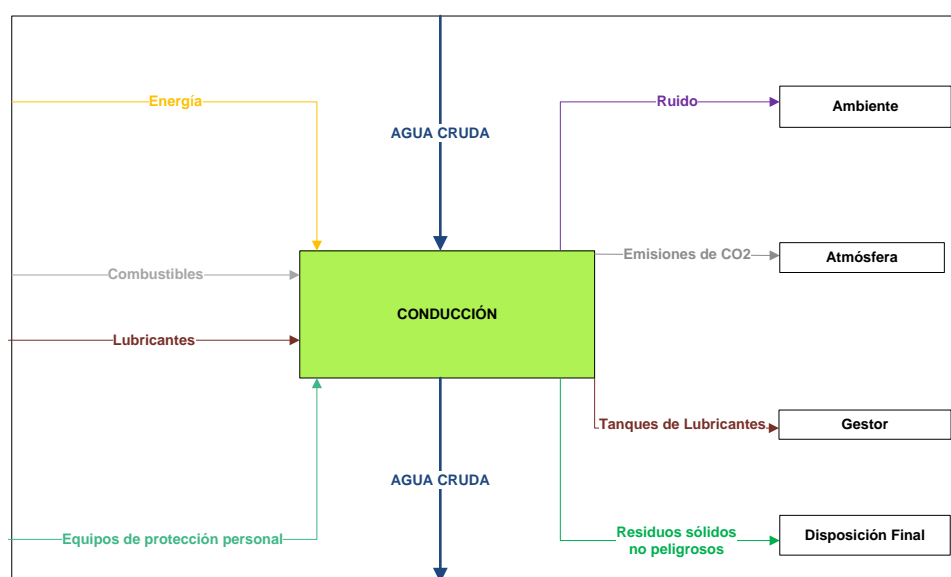


Figura 43. Diagrama de flujo de la central el Carmen

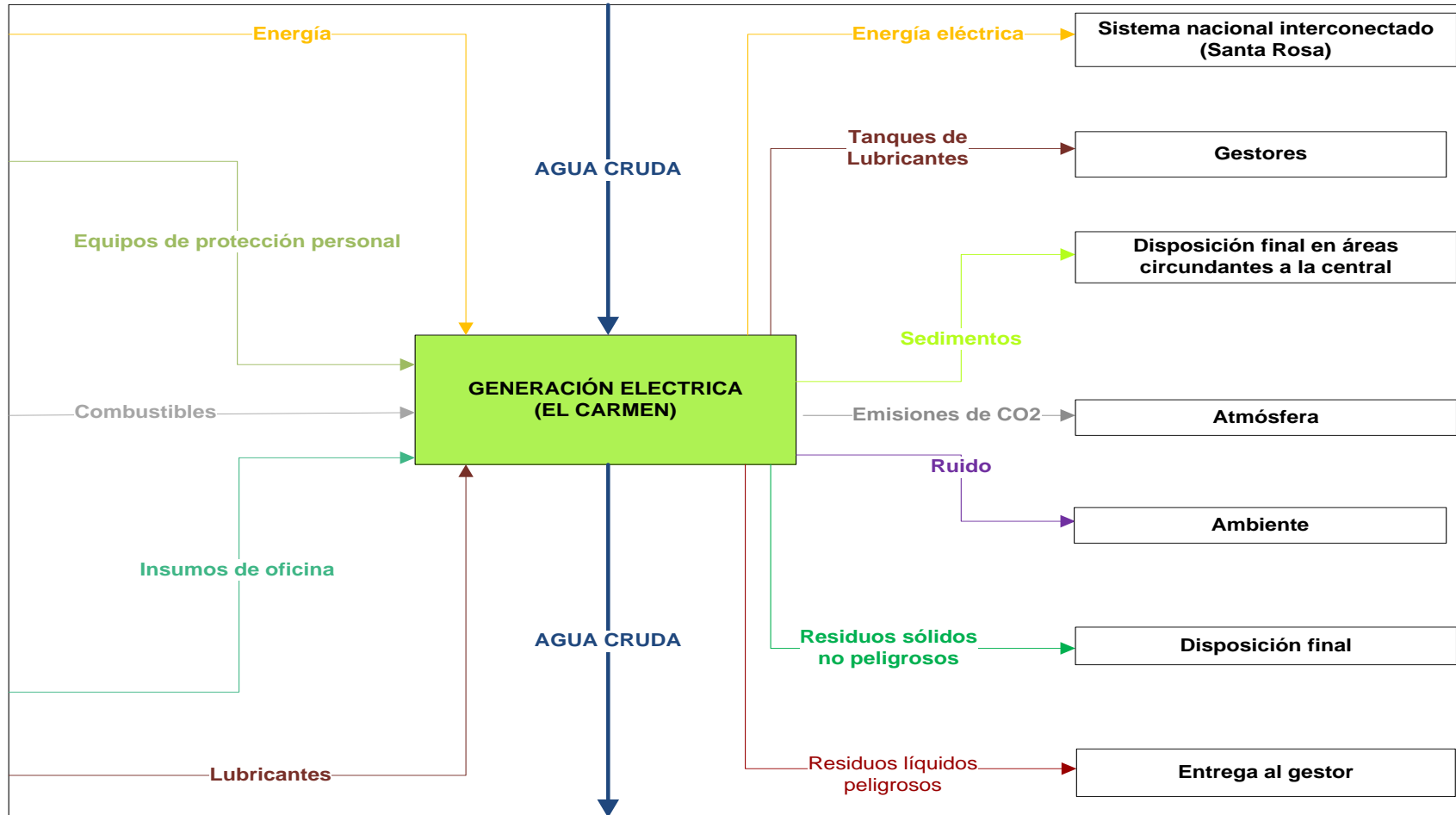
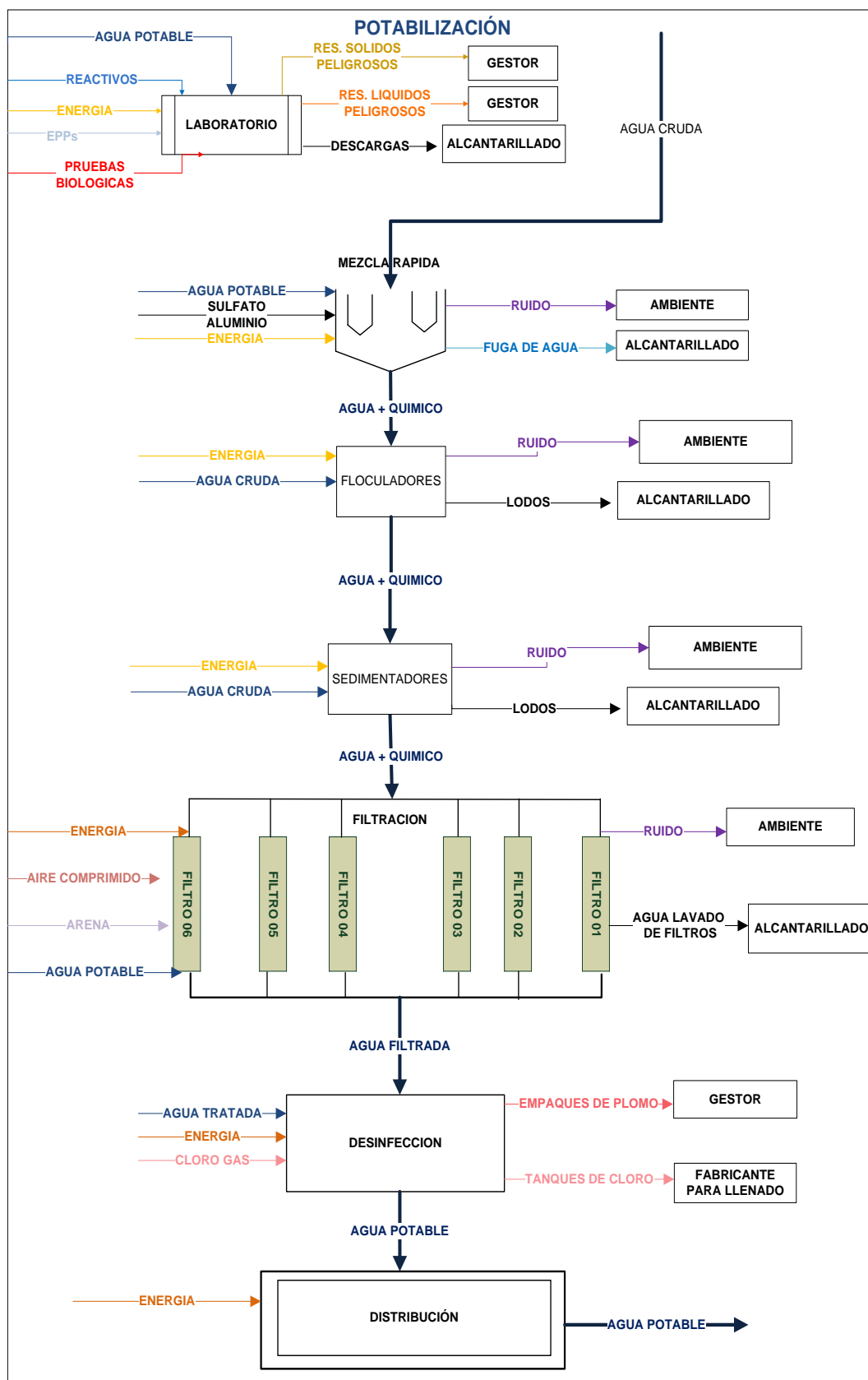


Figura 44. Diagrama de flujo de la planta de tratamiento de agua potable El Troje



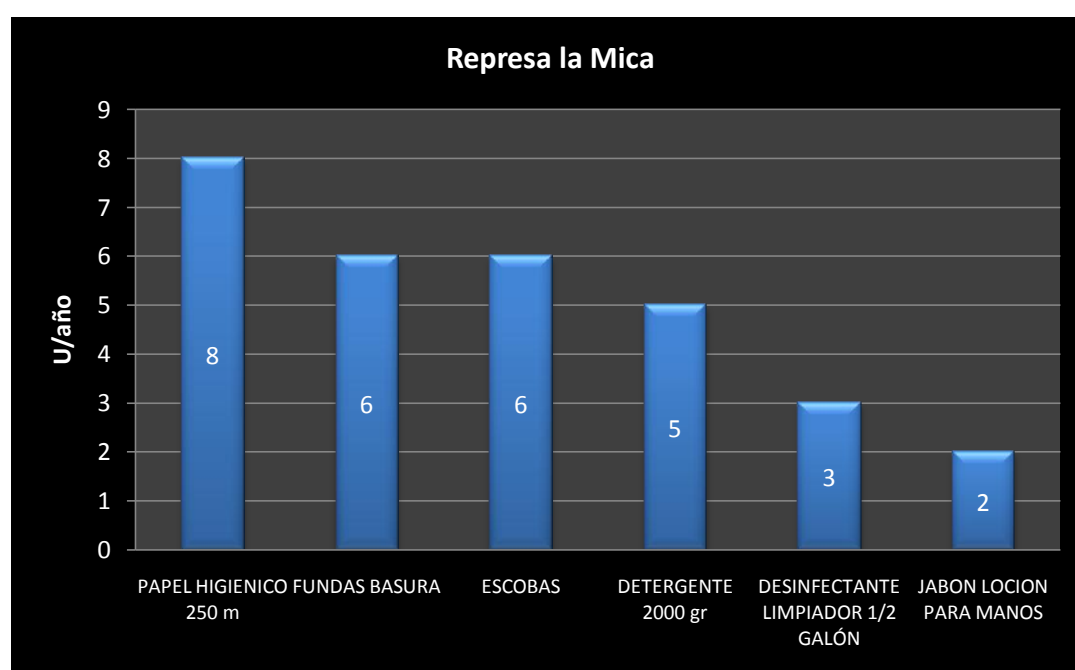
- **Actividad 3. Registros y mediciones (Tablas cuantitativas)**

La información que se recolectó para el sistema Mica Quito Sur, se realizó con el fin de cuantificar y obtener oportunidades de mejora en el sistema, de igual manera como se realizaron los registros y mediciones (tablas cuantitativas) del sistema Papallacta Integrado.

Consumo de Suministros del Sistema Mica Quito Sur

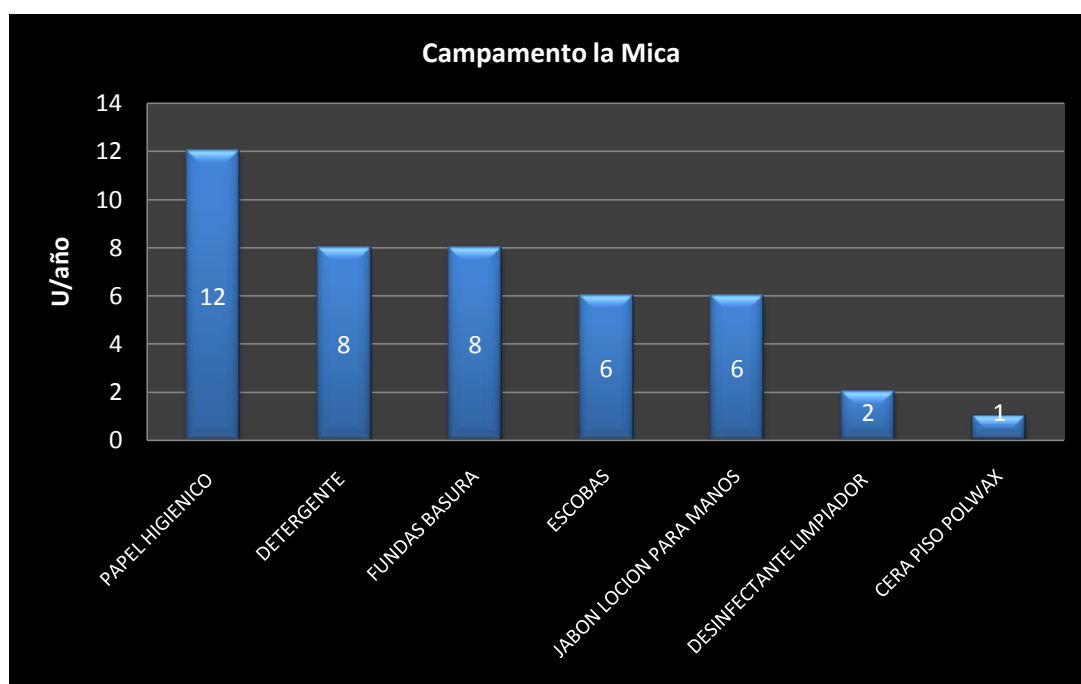
Represa La Mica: En la Figura 45 se presenta el consumo de insumos correspondientes al periodo enero a diciembre del 2010, los mismos que se encuentran en el Anexo II y los datos tabulados en la tabla 57.

Figura 45. Consumo de insumos en la represa La Mica



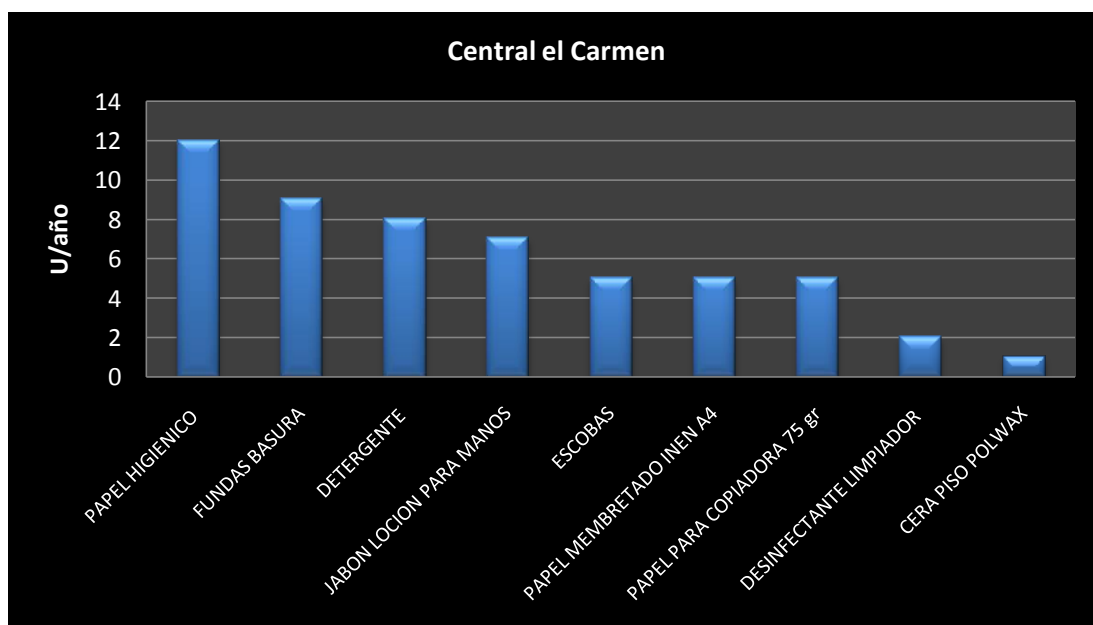
Campamento La Mica: En la Figura 46 se presenta el consumo de insumos correspondientes al periodo de enero a diciembre del 2010, los mismos que se encuentran en el Anexo II y los datos tabulados en la tabla 58.

Figura 46. Consumo de insumos del campamento La Mica



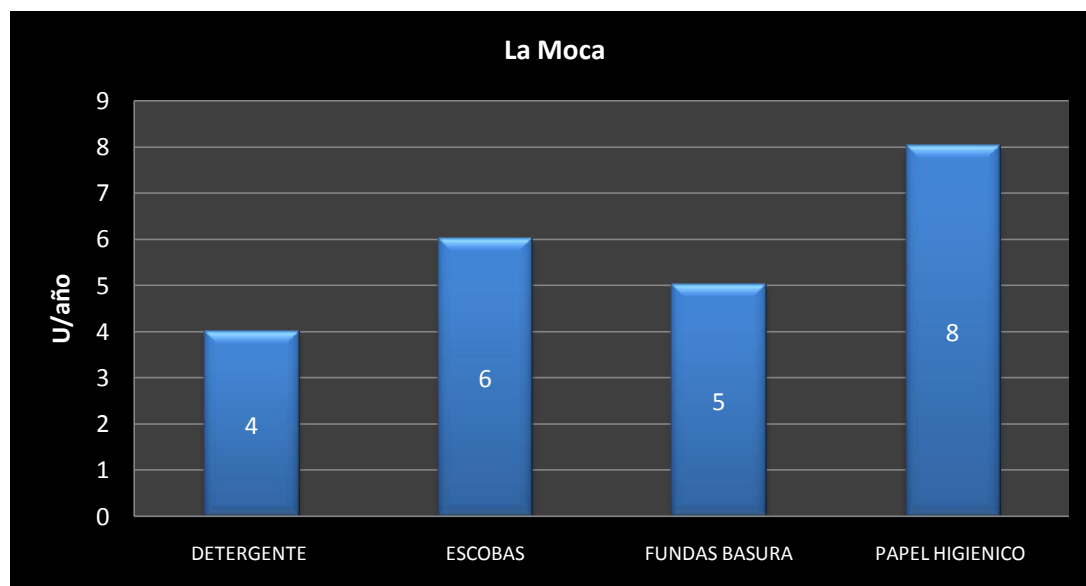
Estación El Carmen: En la Figura 47 se presenta el consumo de insumos correspondientes al periodo de enero a diciembre del 2010, los mismos que se encuentran en el Anexo II y los datos tabulados en la tabla 59.

Figura 47. Consumo de insumos de la central El Carmen



Estación La Moca: En la Figura 48 se presenta el consumo de insumos correspondientes al periodo de enero a diciembre del 2010, los mismos que se encuentran en el Anexo II y los datos tabulados en la tabla 60.

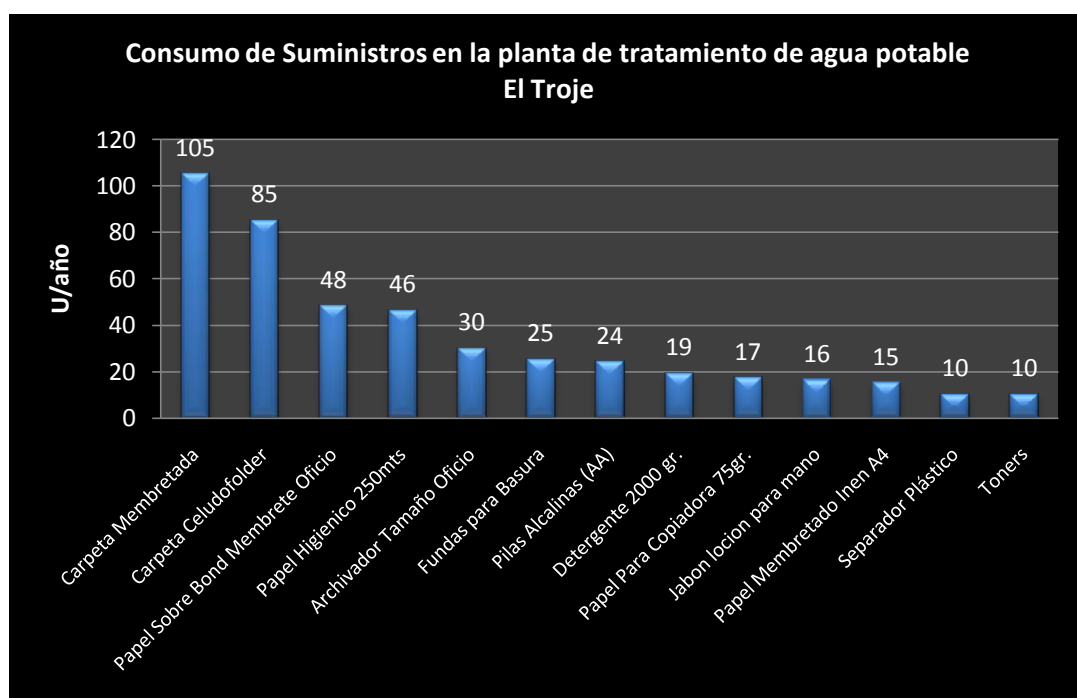
Figura 48. Consumo de insumos en la estación La Moca



Con respecto a las Figuras 45, 46, 47 y 48 se observa que los suministros de mayor consumo en estas instalaciones son papel higiénico, fundas de basura y escobas, los cuales no implican la implementación de proyectos de producción más limpia, pero se los considera como parte de los indicadores.

Planta de tratamiento de agua potable El Troje: En la Figura 49 se presenta el consumo de insumos correspondientes al periodo de enero a diciembre del 2010, los mismos que se encuentran en el Anexo II y los datos tabulados en la tabla 61.

Figura 49. Consumo de Insumos en la planta de tratamiento de agua potable El Troje



El consumo de insumos más frecuentes en la planta El Troje reportan los siguientes materiales: carpetas celudofolder para almacenamiento de oficios y reportes; papel sobre bond oficio utilizado para enviar oficios a instituciones fuera de la empresa. Según los resultados obtenidos se observa que en la planta El Troje no existen cantidades considerables de residuos no peligrosos que pueden ocasionar un impacto ambiental significativo.

En la Tabla 33 se presenta el consumo de productos químicos utilizados para la potabilización

Tabla 33 Consumo de productos químicos utilizados para la potabilización

| Meses | Sulfato de Aluminio Líquido | Cloro (Cilindros 907 kg) | Polímero |
|---------|-----------------------------|--------------------------|------------|
| | kilogramos | kilogramos | kilogramos |
| Enero | 92.040 | 3108 | 50 |
| Febrero | 91.867 | 2476 | 200 |
| Marzo | 62.288 | 3167 | 150 |
| Abril | 91.028 | 2880 | 150 |
| Mayo | 106.981 | 2902 | 225 |

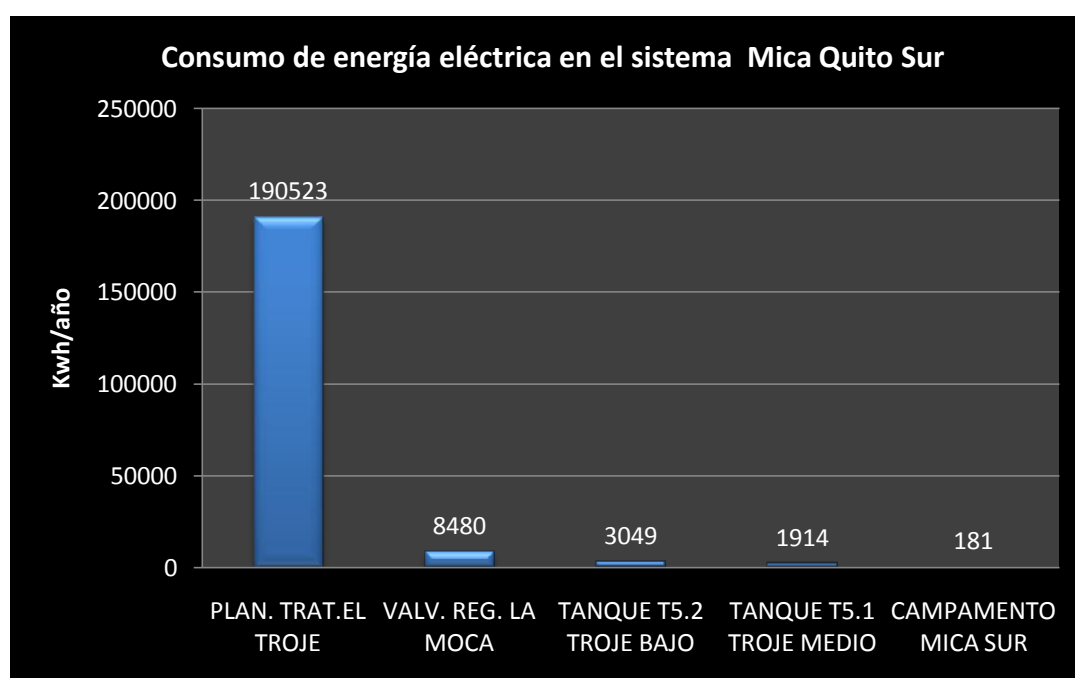
Tabla 33 Consumo de productos químicos utilizados para la potabilización
(continua)

| Meses | Sulfato de Aluminio Líquido kilogramos | Cloro (Cilindros 907 kg) kilogramos | Polímero kilogramos |
|------------|-------------------------------------------|-------------------------------------------|------------------------|
| Junio | 122.085 | 2867 | 175 |
| Julio | 138.383 | 2948 | 122 |
| Agosto | 116.175 | 2875 | 153 |
| Septiembre | 124.661 | 2621 | 247 |
| Octubre | 100.162 | 2666 | 168 |
| Noviembre | 91.095 | 2377 | 135 |
| Diciembre | 121.167 | 2664 | 223 |

Consumo de energía en el sistema La Mica Quito Sur

En la Figura 50 se muestran los consumos de energía de las diferentes áreas externas e internas que componen al sistema Mica Quito Sur. Adicionalmente en el Anexo II en la Tabla 62 se encuentra detallado el consumo de energía.

Figura 50. Consumo de energía eléctrica en el sistema Mica Quito Sur

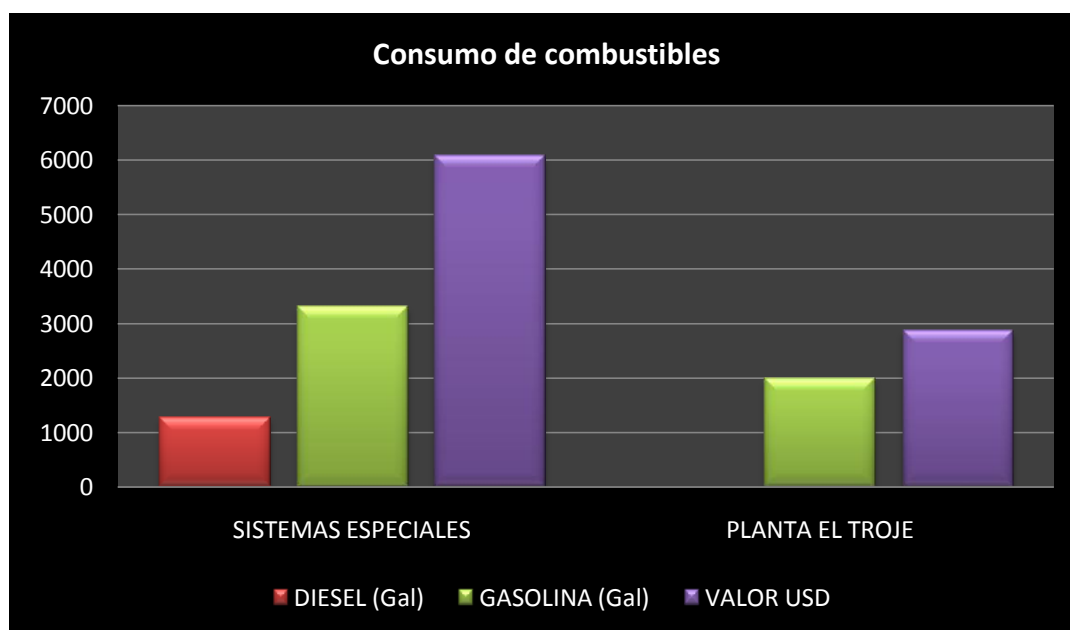


En la figura 50 se observa que el mayor consumo de energía eléctrica se origina en la planta El Troje, el consumo medio de energía eléctrica en el sistema corresponde a los tanques de distribución del Troje, y finalmente el lugar en el cual se obtiene un consumo mínimo corresponde al campamento; además se debe considerar que en esta gráfica no se observa algunos lugares antes mencionados pertenecientes al sistema, esto se debe a que no existe un registro de dichos consumos debido a que la energía que se provee a estos sectores es de la estación El Carmen.

Consumo de combustibles en el sistema Mica Quito Sur

En la Figura 51 se detallan el consumo de combustibles para cada uno de los departamentos que componen el sistema Mica Quito Sur, durante el periodo enero a diciembre del 2010. En el Anexo II en la Tabla 64 se detallan dichos consumos.

Figura 51. Consumo de combustibles en el sistema Mica Quito Sur

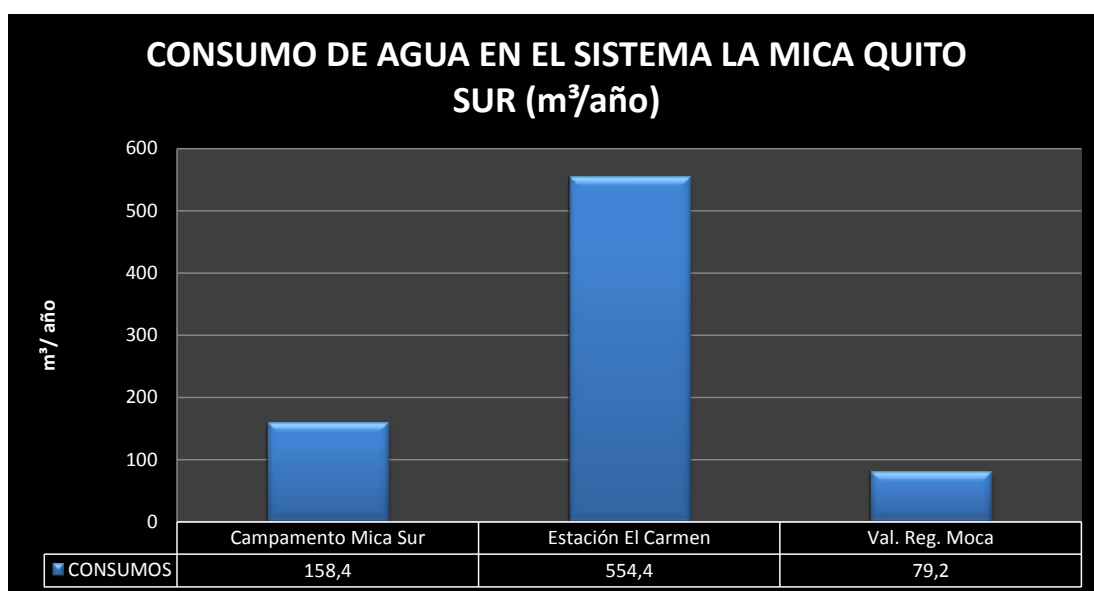


Como se puede observar en la figura el mayor consumo de combustibles lo representa el departamento de sistemas especiales debido a los recorridos que realizan dentro de las captaciones y conducciones del sistema.

Consumo de agua en el sistema Mica Quito Sur

En la Figura 52 se presenta el consumo estimado de agua estimado de las áreas externas (captaciones y conducción), que comprenden al sistema Mica Quito, en el Anexo II en la Tabla 66 se detalla dichos consumos estimados.

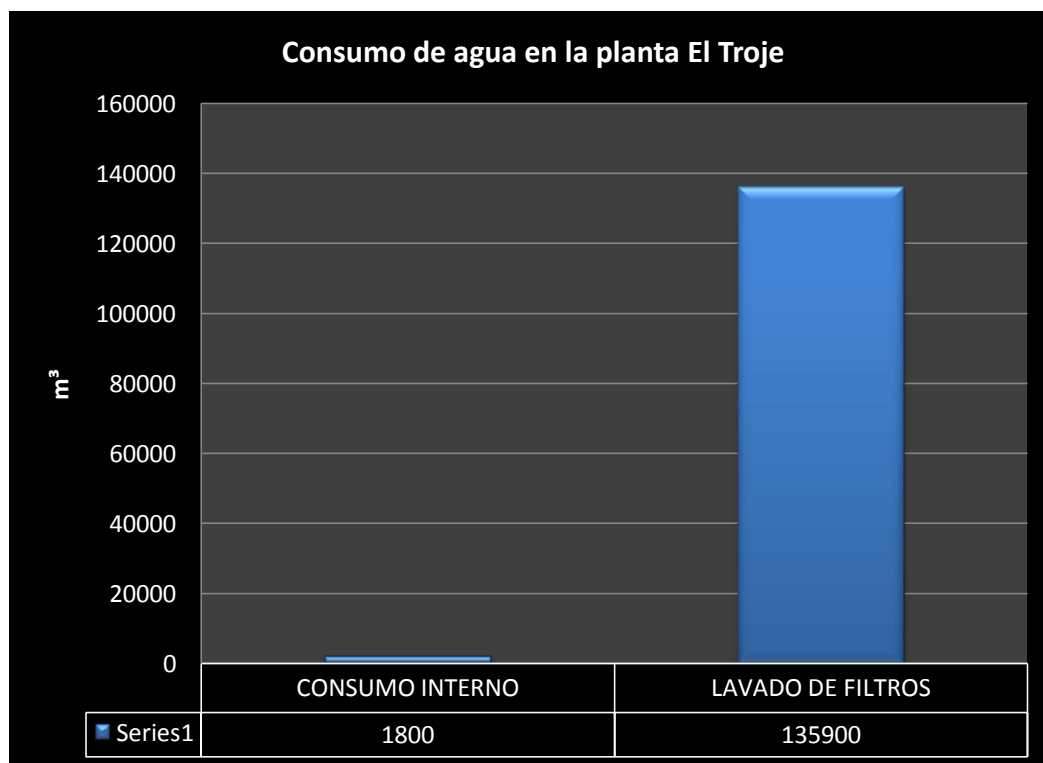
Figura 52. Consumo estimado de agua en las captaciones y conducciones del sistema Mica Quito Sur



Se puede evidenciar en la figura 52 que la estación El Carmen es el lugar con mayor consumo estimado de agua debido a que en dicha estación se encuentra mayor número de operarios.

En la Figura 53 se presenta el consumo de agua potable que se utiliza durante el proceso de potabilización en lavado de filtros, consumo interno que comprende uso de duchas, lavamanos, inodoros, etc. En el Anexo II en la Tabla 655 se detalla dichos consumos.

Figura 53. Consumo de agua potable en la planta de tratamiento de agua potable El Troje



La Figura 53 señala que el mayor consumo registrado dentro de la planta corresponde al lavado de filtros, sin existir registros correspondientes por lavados de floculadores y sedimentadores existiendo la necesidad de realizar un aproximado para estos valores.

En la Tabla34 se detalla el empleo y costo de las principales materias primas usadas para la potabilización en la planta El Troje, siendo estas seleccionadas de acuerdo a la información recolectada y por ser los únicos productos que se utilizan para dicho fin. .

Tabla 34. Empleo y costo de las principales materias primas utilizadas en la potabilización de agua en la planta el Troje

| Nº | Materias primas de la Potabilización | (A) Cantidad anual | Unidad | (B) Costo Unitario (\$/ unidad) | (A*B) Costo Total Anual (\$) | Finalidad de utilización | Tipo de Embalaje |
|----|--------------------------------------|-----------------------|--------|---------------------------------------|---------------------------------------|-----------------------------|---------------------|
| 1 | Sulfato de Aluminio Líquido | 1257,93 | KG | 0,117 | 147,18 | Floculante | Ninguno |
| 2 | Cloro Gas 907 Kg | 33,55 | KG | 0,540 | 18,117 | Desinfección | Cilindros |
| 3 | Polímero | 1,998 | KG | 3,36 | 6,71 | Coagulante | Bolsas Papel |

Una vez que se ha recopilado la información necesaria, se completan los cuadros con los valores cuantitativos de residuos generados, considerando como base de cálculo el año 2010. En la tabla 35 se describe la generación y destino de los residuos de los procesos productivos en la planta de tratamiento de agua potable el Troje.

Tabla 35. Generación y destino de los residuos de los procesos productivos de la planta El Troje

| No | Nombre del residuo | Puntos de generación en el proceso | Residuo Peligroso (sí o no) | Cantidad anual | Destino | Formas de comercialización |
|----|-------------------------|------------------------------------|-----------------------------|----------------|-----------|----------------------------|
| 1 | Desechos líquidos | Laboratorio | Si | 39 (L) | INCINEROX | NINGUNA |
| 2 | Fundas vacías polímero | Floculación | Si | 24,66 (Kg) | INCINEROX | NINGUNA |
| 3 | Aceite usados | Proceso | Si | 20 (Gal) | INCINEROX | NINGUNA |
| 4 | Lámparas fluorescentes. | Planta | Si | 12,37 (Kg) | INCINEROX | NINGUNA |
| 5 | Envases de aceite | Proceso | Si | 10 (Kg) | INCINEROX | NINGUNA |
| 6 | Filtros aceite | Proceso | Si | 6 (Kg) | INCINEROX | NINGUNA |
| 7 | Wypes | Planta | Si | 0,69 (Kg) | INCINEROX | NINGUNA |
| 8 | Sobres de aluminio | Laboratorio | Si | 0,6182 (Kg) | INCINEROX | NINGUNA |
| 9 | Focos usados | Planta | Si | 0,1148 (Kg) | INCINEROX | NINGUNA |

4.3.3 Etapa 3. Indicadores

Los indicadores correspondientes al sistema Mica Quito Sur hacen referencia con los indicadores del sistema Papallacta Integrado.

4.3.3.1 Desarrollo de la Huella de Carbono

Primer paso: Alcance de la Huella de Carbono

Se encuentra detallado en el primer paso del desarrollo de la Huella de Carbono para el sistema Papallacta Integrado

Segundo paso: Metodología a utilizar

Se encuentra detallado en el segundo paso del desarrollo de la Huella de Carbono para el sistema Papallacta Integrado

.

Tercer paso: Periodo de cálculo

Se encuentra detallado en el tercer paso del desarrollo de la Huella de Carbono para el sistema Papallacta Integrado

Cuarto paso: Datos para el Cálculo

Se encuentra detallado en el cuarto paso del desarrollo de la Huella de Carbono para el sistema Papallacta Integrado

Quinto paso: Recopilación de Datos

Se encuentra detallado en el quinto paso del desarrollo de la Huella de Carbono para el sistema Papallacta Integrado

La Tabla 36 se detalla los lugares de los cuales se obtuvo los consumos de combustibles del sistema

Tabla 36. Secciones con consumo de combustibles

| Nº | SECCIÓN | SISTEMA |
|----|--------------------------------|------------------------|
| 1 | Sistemas Especiales | Sistema Mica Quito Sur |
| 2 | Jefatura de la Planta El Troje | |

En la Tabla 37 se detalla el alcance 2 referente a consumo de energía y papel de en el sistema Mica Quito Sur.

Tabla 37. Consumo del sistema Mica Quito Sur

| Nº | SECCIÓN | ENERGÍA ELÉCTRICA | PAPEL INEN |
|----|--------------------------------|----------------------|---------------|
| 1 | Campamento Mica Sur | ✓ | |
| 2 | Estación El Carmen | ✓ | ✓ |
| 3 | Val. Reg. Moca | ✓ | |
| 4 | Planta de Tratamiento El Troje | ✓ | ✓ |
| 5 | Tanque T5.1 Troje Medio | ✓ | |
| 6 | Tanque T5.2 Troje Bajo | ✓ | |

Sexto paso: Elaboración de Plantilla

En la Figura 54 se presenta la matriz que se desarrolló para el cálculo de la huella de carbono del sistema Papallacta Integrado, donde se recogen las actividades generadoras de GEI.

Figura 54. Matriz de la Huella de Carbono del sistema Mica Quito Sur

| | | Consumos Anuales | | | | | Cantidad de CO2 | | |
|-----|--------------------------------|------------------|----------|-----------|--------|--------------------|-----------------|----------------|-----------------|
| No. | Proceso | Alcance 1 | | Alcance 2 | | | | | |
| | | Combustible (Gl) | | Energía | Papel | | CO2 | Unidades | Procesos |
| | | Diesel | Gasolina | (Kwh) | Resmas | Otros(Kg) | Kg | Ton CO2/Unidad | Ton CO2/Proceso |
| 1 | Campamento Mica Sur | | | 181 | | 10,28 | 66,66 | 0,07 | 0,07 |
| 2 | Central el Carmen | | | | 10 | 10,28 | 35,60 | 0,04 | 0,04 |
| 3 | Vál. Reguladora la Moca | | | 8480 | | 6,86 | 2217,88 | 2,22 | 2,22 |
| 4 | Planta de Tratamiento El Troje | 64,63 | 1970,27 | 190523 | 32 | 39,42 | 50415,77 | 50,42 | 50,42 |
| 5 | Sistemas Especiales | 1266 | 3291,13 | | 10 | | 14464,60 | 14,46 | 14,46 |
| 6 | Tanque T5.1 Troje Medio | | | 1914 | | | 497,64 | 0,50 | 0,50 |
| 7 | Tanque T5.2 Troje Bajo | | | 3049 | | | 792,74 | 0,79 | 0,79 |
| | | | | | | Total Anual de C02 | | | 68,49 |

| | |
|------------------------------------|------------|
| Producción Anual (m ³) | 14.960.620 |
| Ton CO ₂ /P.Producción | 4,58E-06 |

| Conversión | | | |
|--------------------------|------|-------------------|-------|
| Ton CO ₂ /año | 2,09 | Árboles a plantar | 171,0 |
| Árboles/año | 5,22 | | |

| Factor de Emisión | Unidades | Valor |
|-------------------|------------------------------------|-------|
| Gasolina | kg CO ₂ /m ³ | 2,32 |
| Papel | kg CO ₂ /Res | 1,6 |
| Energía | kg CO ₂ /Kwh | 0,26 |
| Diesel | kg CO ₂ /L | 2,68 |
| Papel Higiénico | | 1,907 |

4.3.3.2 Desarrollo de cálculo de Huella Hídrica

Para obtener el valor de la Huella Hídrica se han considerado los siguientes pasos:

Primer paso: Periodo de cálculo

El periodo de estudio se señala en el primer paso del cálculo de la huella de carbono para el sistema Papallacta Integrado

Segundo paso: Identificación de procesos

Se encuentra detallado en el segundo paso del desarrollo de la Huella Hídrica de un producto para el sistema Papallacta Integrado

Tercer paso: Recopilación de Datos

- ***Datos para la Huella Hídrica Azul***

En la Tabla38 se detallan la cantidad de agua azul que el sistema Mica Quito Sur capta tanto para la potabilización como para el consumo de las personas que trabajan y viven dentro del sistema

Tabla38.Captación de agua azul para el sistema MQS

| HUELLA AZUL (m³) | | | |
|------------------------|----------|------------|---------|
| Procesos y captaciones | Presa | Ríos | Consumo |
| MICA | 67867890 | - | - |
| Antisana | - | 373527,947 | - |
| Jatunhuyco | - | 143836,349 | - |
| Diguchi | - | 40234,3047 | - |
| Campamento Mica Sur | - | - | 158,4 |
| Estación El Carmen | - | - | 554,4 |
| Val. Reg. Moca | - | - | 79,2 |

- ***Datos para la Huella Hídrica Verde:***

En la Tabla39 se detallan los datos que se deben incluir para obtener el volumen de precipitación tanto en embalses como en piletas.

Tabla39.Huella Hídrica Verde del sistema MQS

| | Área e. | Precipitación media anual | A. Precipitada | V. Precipitación ma. |
|-----------------|-----------|------------------------------|-----------------|-------------------------|
| Embalse | m² | mm lluvia | (m²)(mm) | m³/año |
| La Mica | 3865588 | 994,3 | 3843554148 | 3843554,148 |
| Pileta | | | | |
| Pileta El Troje | 1417,4 | 2032,3 | 2880582,02 | 2880,58202 |

- ***Datos Para la Huella Hídrica Gris:***

En la Tabla 40 se han recopilado los valores del volumen de agua que ha sido contaminada ya sea por consumo o por impulsión

Tabla40. Huella Hídrica Gris

| HUELLA GRIS (m³) | | | |
|--------------------------------|---------|------------|---------|
| Procesos y captaciones | Lavados | D.líquidas | Consumo |
| Planta de Tratamiento El Troje | 135900 | 64600 | 1800 |

Cuarto paso: Elaboración de la Plantilla

Luego de conocer cuáles son los datos que se incluirá en cada una de las columnas de la matriz, se procedió a elaborar la plantilla para obtener un valor de las tres huellas y el valor total de la huella hídrica del producto.

Figura 54. Matriz de la Huella Hídrica de un producto del sistema Mica Quito Sur

| CALCULO DE LA HUELLA HÍDRICA SISTEMA INTEGRADO LA MICA QUITO SUR | | | | | | | | | |
|---------------------------------------------------------------------|--------------------------------|-------------|----------------------|-----------|----------|-----------------------|----------------------|-------------|----------|
| HUELLAS | | | HUELLA AZUL (m³/año) | | | HUELLA VERDE (m³/año) | HUELLA GRIS (m³/año) | | |
| N ° | PROCESOS Y CAPTACIONES | # PERSONAS | PRESA | RÍOS | CONSUM O | PRECIPITACIÓN | LAVADOS | D.LÍQUIDA S | CONSUM O |
| 1 | MICA | - | 67867890 | - | - | 3843554,15 | - | | - |
| 2 | Antisana | - | - | 373527,9 | - | - | - | - | - |
| 3 | Jatunhuyco | - | - | 143826,3 | - | - | - | - | - |
| 4 | Diguchi | - | - | 40234,3 | - | - | - | - | - |
| 5 | Campamento Mica Sur | 2 | - | - | 158,40 | - | - | - | - |
| 6 | Estación El Carmen | 7 | - | - | 554,40 | - | - | - | - |
| 10 | Val. Reg. Moca | 1 | - | - | 79,20 | - | - | - | - |
| 12 | Planta de Tratamiento El Troje | 23 | - | - | - | 2880,58 | 135900 | 64600 | 1800 |
| TOTAL ANUAL (m³) | | 33 | 67867890,00 | 557588,50 | 792,00 | 3846434,73 | 135900,00 | 64600,00 | 1800,00 |
| VALOR ANUAL DE HUELLA HÍDRICA | | 33 | 68426270,50 | | | 3846434,73 | 202300,00 | | |
| TOTAL DE H.HÍDRICA DE PROCESO | | 72475005,23 | | | | | | | |
| AGUA POTABILIZADA ANUAL (m³) | | 14960620 | | | | | | | |
| H.HÍDRICA DEL PRODUCTO (m³/m³) | | 4,84 | | | | | | | |

4.3.4 Etapa 4. Estudio y evaluación

- **Actividad 1: Barreras**

Las dificultades o barreras que se presentaron durante el desarrollo del Plan de Producción más limpia en el Sistema La Mica Quito Sur fueron:

- Durante la obtención de información de combustibles correspondiente al Sistema, la misma fue entregada en forma física más no en digital.
- Al ser las instalaciones que conforman el sistema, parte de la EPMAPS-Q, no se evidencio un control de los consumos de agua en dichos lugares por lo que fue un obstáculo para el desarrollo de

- **Actividad 2: Costo asignado al residuo según P+L**

En la Tabla 28 se detallan los costos de materia prima, transporte y los costos asignados a los residuos generados.

Tabla 40. Principales subproductos y residuos de la planta de tratamiento de agua potable El Troje

| No | Subproductos, desperdicios, residuos, efluentes y emisiones | Costos asociados a materia prima | | | Costos asociados al tratamiento y disposición | | | | TOTAL T = (C + F- G) |
|------|-------------------------------------------------------------|----------------------------------|------|-------------|-----------------------------------------------|------|----------|-----|-------------------------|
| | | (A) | (B) | C = (A * B) | (D) | (E) | F= (D+E) | (G) | |
| I | Fundas de Polímero | 24,66 | 7,15 | 176,32 | 1,15 | 17,5 | 18,65 | 0 | 194,97 |
| II | Focos Usados | 0,1148 | 0,50 | 0,0574 | 1,5 | 17,5 | 19,00 | 0 | 19,0574 |
| III | Tubos Fluorescentes | 12,37 | 0,75 | 9,2775 | 1,55 | 17,5 | 19,05 | 0 | 28,3275 |
| IV | Wypes Usados | 0,69 | 0,10 | 0,069 | 1,15 | 17,5 | 18,20 | 0 | 18,269 |
| V | Papel A4 75 gr | 34,95 | 5,16 | 180,342 | 0 | 0 | 0 | 0 | 180,342 |
| VI | Papel A4 75 gr | 39,61 | 3,55 | 140,61 | 0 | 0 | 0 | 0 | 140,61 |
| VII | Tóner | 10 | 140 | 1400 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1400 |
| VIII | Fundas de Polímero | 24,66 | 7,15 | 176,32 | 1,15 | 17,5 | 18,65 | 0 | 194,97 |

- (A) Cantidad anual del desecho (Kg)
- (B) Costo de la materia prima (USD/Kg)
- (C) Costo del desecho x mp (USD)
- (D) Costo de tratamiento (USD)
- (E) Costo de Transporte (USD)
- (F) Subtotal (USD)
- (G) Precio de venta del desecho (USD)
- (T) Total (USD)

En la tabla 41 se muestra las alternativas para la minimización de subproductos, desechos, residuos, efluentes de la planta de tratamiento de agua potable El Troje analizados en la Tabla 40 representados por números romanos.

Tabla 41. Alternativas para la minimización de subproductos, desechos, residuos, efluentes de la planta de tratamiento de agua potable
El Troje

| No | Grupos | Alternativas para minimización | Subproductos, desechos, residuos, efluentes y emisiones | | | | | | | |
|----|--------------------------------|--------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------|----|-----|----|---|----|-----|------|
| | | | I | II | III | IV | V | VI | VII | VIII |
| | BUENAS PRÁCTICAS OPERACIONALES | | | | | | | | | |
| 1 | | Estandarización de procedimientos | | | | | X | X | X | |
| 2 | | Mejoramiento en el sistema de compras y ventas | X | X | X | X | X | X | | X |
| 3 | | Mejoramiento en el sistema de información y <u>entrenamiento</u> | X | X | X | | X | X | X | X |
| 4 | | Mejoramiento en el sistema de mantenimiento | X | X | X | X | | | X | X |
| 5 | PROCESO Y TECNOLOGÍA | Cambios e innovaciones tecnológicas | | X | X | | X | X | X | |
| 6 | | Alteraciones en el proceso, inclusión o exclusión de <u>etapas</u> | | | | | | | | |
| 7 | | Mejoramiento en las instalaciones, lay-out o | X | X | X | | | | | X |
| 8 | | Automatización de procesos | | X | X | | | | | |
| 9 | MATERIAS PRIMAS | Sustitución de la materia prima o del proveedor | | X | X | X | | | X | |
| 10 | | Mejoramiento en la preparación de la materia prima | | | | | X | X | | |
| 11 | | Sustitución de embalajes de la materia prima | X | | | | | | | X |
| 12 | RECICLADO Y TRATAMIENTO | Logística asociada a subproductos y residuos | X | X | X | | X | X | X | X |
| 13 | | Re-uso y reciclaje interno | X | X | X | X | X | X | X | X |
| 14 | | Re-uso y reciclaje externo | | | | | | | | |
| 15 | | Tratamiento y disposición de residuos | X | X | X | X | | | X | X |

Actividad 3: Evaluación de causa generadora de impactos

A continuación se presentan las siguientes Figuras 55-57 que identifican los aspectos ambientales del Sistema La Mica Quito Sur.

- ***Actividad 4: Desarrollo del plan de Producción más limpia para el sistema Mica Quito Sur***

El Plan de Producción más limpia, identifica los diferentes aspectos e impactos ambientales que puedan alteran en la producción de Agua Potable desde las captaciones hasta la potabilización del sistema la Mica Quito Sur, definiendo las actividades propuestas para dar un manejo eficiente de los recursos que se encuentren ligados a los diversos procesos.

Descripción de las acciones de producción más limpia a efectuarse

En la tabla 42 se precisan cada uno de los aspectos ambientales encontrados en el sistema Mica Quito Sur, además de la medidas de Producción más limpia para mitigar y disminuir los mismos, medios de verificación, periodo de ejecución. Responsables y los recursos necesarios para la implantación de las medidas de Producción más limpia.

Conclusiones

La difusión de la filosofía de producción más limpia es relativamente nueva en el Ecuador, motivo por el cual se ha elaborado el presente trabajo aplicando una estrategia integral ambiental preventiva a procesos con el propósito de incrementar la eco – eficiencia en la Empresa Pública Metropolitana de Agua Potable y Saneamiento.

- En el desarrollo de la tesis en la etapa de recolección de información se evidencio que la misma se encontraba en su gran mayoría en documentos físicos y sin un respaldo que permita recolectar la información en caso de pérdida

Conclusiones del Sistema Papallacta Integrado

- Se estableció que los lugares en los cuales se realizan los más importantes procesos productivos dentro del sistema son: la estación Recuperadora con una generación eléctrica de 99590760 Kw/año; y la planta de tratamiento de agua potable Bellavista con una producción de 70646902 m³/año en el año 2010, por lo tanto estos son lugares en los cuales se ha podido evidenciar mayor cantidad de aspectos ambientales significativos.
- Al encontrarse las captaciones del sistema dentro de una reserva natural se evidenció que el cuidado y protección que se tiene en las mismas aun no es el adecuado, ya que existe la presencia de turistas y personas del sector que pueden afectar la calidad del agua captada por la generación de residuos sólidos que puedan aumentar el costo de potabilización.
- El sistema Papallacta Integrado no cumple un ciclo cerrado en el proceso de Potabilización de agua, debido a que no recircula o realiza un tratamiento de descargas líquidas.

- La planta de Bellavista al potabilizar grandes cantidades de agua, no considera los pequeños desperdicios que al ser cuantificados representan cantidades considerables que aproximadamente es de 123188,5 m³/año.
- La Empresa Pública Metropolitana de Agua Potable y Saneamiento al ser una entidad pública no puede obtener réditos económicos de las opciones de mejora como son venta de residuos que se podrían obtener de producción más limpia.
- En la planta de Bellavista debe existir una bodega de almacenamiento y otra de residuos no se puede almacenar estos insumos en una sola bodega, ya que se produce contaminación cruzada que en especial afecta a la materia prima inicial afectando su estabilidad.
- Se evidenció que se utilizaba un cuarto acondicionado como sitio de almacenamiento de residuos sólidos no peligrosos como cartón, papel, carpetas, plástico, etc.; el cual no presentaba una adecuada clasificación por la carencia de una persona que guíe el proceso de reciclaje motivo por el cual se empezó a mezclarse dichos residuos sólidos con residuos peligrosos como por ejemplo se evidenció la mezcla de reactivos del laboratorio con cartón y papel de oficinas.
- Los cubetos de almacenamiento de combustibles y lubricantes se encuentran mal estructurados ya que la cantidad de almacenamiento es mayor al área del cubeto por lo que se ven obligados a almacenarlos en una bodega continua, cuya foto se presenta en la matriz de impactos, las cuales no se encuentran con las condiciones adecuadas.

Conclusiones del Sistema Mica Quito Sur

- En el sistema Mica Quito Sur tanto la central el Carmen como la planta de tratamiento el Troje son los procesos más relevantes dentro del Sistema, obteniendo de la planta un volumen de agua tratada de 14960620 m³/año.
- Los procesos de mantenimiento y limpieza de los floculadores y sedimentadores de la planta de tratamiento El Troje no se encuentran automatizados por lo que, el lavado resulta una pérdida de agua al no poder controlar la cantidad de agua que se emana con la manguera para realizar el mantenimiento.
- El manejo de residuos sólidos en la planta de Tratamiento El Troje en general se lo está haciendo de una manera adecuada, sin embargo el lugar de acondicionamiento temporal de residuos líquidos no es el adecuado ya que no reúne todas las condiciones adecuadas, ocasionando que en un mismo lugar se almacenen aceites usados, combustibles junto con residuos líquidos procedentes de laboratorio.
- En la central El Carmen al no existir una malla en el ingreso de agua a la central se tiene el ingreso de peces que vienen en el acueducto, lo que podría provocar que sufran daños las turbinas y se acumule mayor cantidad de materia orgánica en la pileta disipadora de energía.

Recomendaciones

- Para minimizar los aspectos ambientales que tiene la empresa, se deberían implementar los planes de manejo expuestos en la tesis, además de incluir proyectos de eco eficiencia que permitan un mejor manejo de las materias primas como de los residuos.
- Es esencial que la información referente a los consumos de insumos, combustibles, agua potable, electricidad, etc., sea llevada de forma digital, ya que facilitará realizar cálculos estadísticos para posteriores investigaciones.
- Al ser una empresa que no puede beneficiarse económicamente con los proyectos de producción más limpia, la opción que se propone es incluir en la unidad de negocios con la que cuenta la empresa un espacio en el cual se pueda realizar un trueque con otras empresa que reciban los residuos y entreguen insumos como papel higiénico o carpetas, otra opción es crear una cuenta para el desarrollo de más obras ambientales por las cuales la empresa será reconocida por el uso eficiente de sus residuos y sus recursos.
- Una opción que consideramos es que la empresa debe incluir una persona con conocimientos ambientales en cada planta, la cual sea la encargada de minimizar, reducir y mejorar los aspectos ambientales que se presenten.

Medidas para reducir la Huella de Carbono

Con el fin de que la Empresa Pública Metropolitana de Agua Potable y Saneamiento opte por acciones que reduzcan la huella de carbono, se representa a continuación una serie de medidas a implantar. La implantación de estas medidas además de lograr reducir las emisiones de CO₂, le ayudará a reducir costos asociados al consumo energético y combustibles.

Es así que se ha seleccionado las medidas de reducción para las siguientes actividades:

- Transporte
- Energía
- Papel

Transporte:

Elegir vehículos eficientes en el consumo de energía

Al comprar un nuevo vehículo es importante considerar la calificación energética. Cuanto más eficiente sea el nuevo vehículo en el consumo de combustible más ahorros futuros se lograrán. La elección de un vehículo más eficiente puede reportar ahorros de hasta un 15% de combustible.

Valorar vehículos que utilizan otras formas de energía

En la actualidad es posible el uso de vehículos que utilizan combustibles alternativos a la gasolina o al diésel. Es conveniente localizar este tipo de vehículos para la empresa en función del servicio que presta al cliente y las actividades que desarrolla dentro del Distrito Metropolitano de Quito. Algunas posibles alternativas son:

- Vehículos propulsados con gas natural (ó Gas Natural Vehicular), se trata de vehículos limpios en cuanto a emisiones, pues generan un 25% de emisiones que un vehículo de gasolina y un 9% menos que un vehículo diésel.

Medidas para reducir la Huella de Carbono

- Vehículos híbridos, que combinan un motor eléctrico, alimentado por baterías y un motor de combustión interna, alimentado por gasolina convencional. A velocidades bajas estos vehículos pueden funcionar exclusivamente mediante el motor eléctrico, siendo la emisión de gases nula.
- Vehículos eléctricos, que utilizan la energía química almacenada en paquetes de baterías recargables. La diferencia de estos con los vehículos híbridos es que el motor eléctrico siempre se está utilizando y se puede cargar en un enchufe convencional.
- Elegir vehículos de dimensión adecuada a las necesidades reales: A mayor tamaño del vehículo, mayor consumo. En la decisión de compra sobre un vehículo debe primar el uso al que va a ser destinado, de forma que se debe optar por aquel con una dimensión adecuada a las necesidades a las que va a ser destinado. Por ejemplo automóviles para el Distrito Metropolitano de Quito y fuera de este, camionetas considerando las alternativas anteriormente propuestas.

Optimizar rutas

A la hora de planificar las rutas conviene estudiar los antecedentes de consumos de combustible y hacer una planificación que permita la reducción de uso de combustible, reflejando rutas más cortas, con menos interrupciones de tráfico y más seguras.

Utilizar dispositivos de ahorro de combustible

Los dispositivos como cuentarrevoluciones, ordenador de a bordo y económetro, indicadores de cambio de marcha y limitadores de velocidad, ayudan a realizar una conducción eficiente.

Realizar las revisiones periódicas del vehículo

Los cambios de filtros y aceites deben realizarse con la regularidad estipulada por el fabricante. Un filtro de aire en mal estado puede restar un 10% de eficiencia al vehículo. En todo caso, deben realizarse las revisiones periódicas que recomienda el fabricante del vehículo para que el consumo de combustible esté optimizado.

Comprobar el estado de los neumáticos una vez al mes

Una pérdida de presión en los neumáticos respecto a la recomendada por el fabricante incide de forma importante en el consumo de combustible y en la seguridad. Si la presión del neumático es inferior a la que recomienda el fabricante, la resistencia a la rodadura de los neumáticos se incrementa y por tanto, se incurre en un mayor consumo de combustible. Una pérdida de presión de 0,3 bares en los neumáticos del vehículo respecto a la recomendada por el fabricante, supone un aumento de consumo de carburante del orden del 3%.

Arrancar sin pisar el acelerador

La electrónica de los vehículos actuales regula las condiciones del encendido. El pisar el acelerador redundaría en un mayor consumo de carburante y en un desajuste de la electrónica.

Utilizar la primera marcha sólo para el arrancado

La primera marcha se debe utilizar sólo para poner en movimiento el vehículo. Se debería cambiar a la segunda marcha a los 2 segundos o a los 6 metros recorridos.

Inflar los neumáticos con nitrógeno seco

De esta forma los neumáticos pierden menos presión, se calientan menos y en consecuencia el consumo de combustible del vehículo es menor.

Cambiar de marcha lo antes posible

Se ha de prestar especial atención al cuentarrevoluciones, como indicador del estado del motor. Atendiendo al cuentarrevoluciones, se ha de cambiar de marcha a bajas revoluciones y tan pronto como se pueda llevar a cabo la realización del cambio. Para coches de gasolina o GLP se debe cambiar de marcha antes de las 2.500 revoluciones por minuto, y para coches diésel antes de las 2.000 revoluciones por minuto. Análogamente, como alternativa al uso del cuentarrevoluciones, se puede cambiar de marcha atendiendo a la velocidad del vehículo. Entonces los cambios de marcha se efectuarán:

- 1 a 2 marcha: a los 2 segundos o 6 metros aproximadamente

- 2 a 3 marcha: a partir de unos 30 Km/h

- 3 a 4 marcha: a partir de unos 40 Km/h

- 4 a 5 marcha: por encima de unos 50 Km/h

En las subidas, en el proceso de aceleración se recomienda retrasar el cambio de marchas a revoluciones algo mayores de las recomendadas para tráfico en llano, incrementando para ello la presión en el pedal acelerador, pero sin llegar a pisar hasta el fondo. En las bajadas, en el proceso de aceleración, al ser favorable la pendiente a la marcha del vehículo, se recomienda adelantar en cierta medida el cambio de marchas a revoluciones algo menores de las recomendadas para tráfico en llano. En bajadas,

convendrá de igual forma circular en las marchas más largas, utilizando lo más posible el rodaje por inercia

Mantener una velocidad uniforme

La aceleración y frenado repetidos necesitan mucha energía y en consecuencia un aumento en el consumo de combustible. Conviene evitar la aceleración y frenado innecesario. Al circular a velocidad constante se reduce el desperdicio de energía y de combustible.

Realizar la detención del vehículo en marchas largas

Siempre que sea posible, se deben realizar las detenciones en la marcha larga en la que se circule, sin realizar reducciones de marcha. Las marchas largas permiten una mayor distancia de rodaje por inercia y, por tanto, tienen un mayor potencial de ahorro de carburante.

Usar el motor como freno

En las frenadas se debe frenar de forma suave acompañando la deceleración y, en última instancia, reducir las marchas a la más larga en la que se pueda circular. Además de lograr reducir consumo de combustible, esta medida contribuye a un menor desgaste de los frenos y de gastos de mantenimiento.

Apagar el motor en paradas de más de un minuto

El consumo de combustible durante el ralentí es de unos 0,5-0,7 litros por hora dependiendo del tipo de motor. Con lo cual, apagar el motor en las situaciones adecuadas puede conllevar ahorros interesantes de combustible.

Reducir la velocidad en curvas

En la conducción en curvas se debe evitar la práctica de frenar bruscamente al llegar a la misma, reducir de marchas y acelerar a continuación durante su trazado. Esta práctica, además de suponer un mayor gasto de carburante, aumenta el riesgo en la conducción del vehículo. Lo recomendable es reducir previamente la velocidad levantando el pie del acelerador y dejando rodar el vehículo por su propia inercia con la marcha engranada. Si es necesario la deceleración se realizará frenando de forma suave y, en última instancia, se reducirá la marcha si fuese necesario. En el trazado de la curva, el pedal acelerador se mantendrá en una posición estable para mantener una velocidad uniforme acorde al trazado de la curva. A la salida de la misma, se continuará el proceso normal de aceleración hasta llegar a la adecuada velocidad de circulación de la vía.

Evitar cargas innecesarias en el vehículo

El peso del vehículo tiene un efecto relevante sobre el consumo de combustible. Una carga extra de 100 Kg en un vehículo de gama media de 1.500 Kg supone un consumo extra del orden del 7%.

Sustituir el combustible de propulsión

En motores convencionales es posible utilizar biodiesel o bioetanol mezclado con gasolina o gasóleo de automoción, para lograr así reducir las emisiones de CO₂. Por ejemplo, en los motores no modificados se puede utilizar hasta un 30% de biodiesel mezclado con gasóleo o hasta un 5% de bioetanol mezclado con gasolina.

Revisar la aerodinámica del vehículo

En el caso de que existiera elementos añadidos al vehículo (como portaequipajes, antenas grandes, etc.) obstaculizan su aerodinámica, e incrementan significativamente el consumo, especialmente a altas velocidades. El consumo de carburante puede

incrementarse hasta un 20% a una velocidad de 120 Km/h. Otros elementos que dificultan el avance del vehículo por interferir en su aerodinámica son las ventanas abiertas, que pueden llegar a suponer un aumento de consumo de carburante de un 5% a unos 100 Km/h.

Controlar el uso de los accesorios de vehículos

El alumbrado del vehículo y las lunetas térmicas incrementan el consumo de combustible hasta un 3%. Se recomienda su desconexión cuando no son necesarios.

Regular el aire acondicionado a 24°C

El aire acondicionado o climatizador debe utilizarse de forma racional. Se recomienda una temperatura de confort de 24°C. En general, el encendido del aire acondicionado supone del orden de un 10% de incremento de media en el consumo de combustible.

Formar a los conductores en conducción eficiente

La conducción eficiente permite lograr reducir el uso de combustible en un 15%. Para su implantación en la empresa es fundamental la sensibilización y formación de los conductores.

Medidas para reducir Consumo de Energía

Aprovechar la luz natural

El uso de la luz natural tiene un impacto muy positivo en el aspecto del espacio iluminado y su buen uso reduce el consumo de energía. Para facilitar el buen uso de la luz natural se pueden pintar las oficinas de colores claros, de forma que se maximice la

efectividad de la luz suministrada y utilizar persianas o cortinillas, que permitan regular la luz natural y eviten deslumbramientos.

Apagar las luces

Es importante cambiar la cultura de la empresa y que toda el personal sea consciente de la relevancia de apagar las luces que no están siendo utilizadas, o bien cuando la luz natural proporciona una iluminación suficiente.

Eliminar luminarias innecesarias

Si se realizan remodelaciones o cambios es importante revisar que no se han dejado conectadas luminarias que ya no son necesarias y que están haciendo un consumo innecesario de energía.

Comprobar que el nivel de iluminación es el adecuado

A veces en oficinas administrativas o comerciales, los niveles de iluminación están determinados por las lámparas y luminarias que se instalaron en su día y no se ha hecho un análisis posterior de los niveles de iluminación, pudiendo resultar que la intensidad lumínica pueda ser superior a la necesaria, con el consecuente despilfarro de energía.

Instalar sistemas de control de la ocupación

Los sistemas de control de la ocupación permiten, mediante detectores de presencia, la conexión y desconexión de la iluminación en función de la existencia o no de usuarios en las áreas objeto de control.

Instalar sistemas de control de luz natural

Estos sistemas se basan en la instalación de una serie de fotocélulas que se utilizan para apagar la iluminación cuando la luz natural es suficiente, y también, cuando las luminarias disponen de balastos electrónicos regulables, para ajustar la intensidad de las lámparas en función de la luz diurna disponible. Es de aplicación tanto a la iluminación interior como a la exterior.

Control de iluminación por zonas (zonificación)

Conviene instalar interruptores localizados que permitan la desconexión de toda la iluminación de una zona cuando sólo es preciso iluminar una pequeña parte de la misma.

Instalar controladores lógicos programables

Los sistemas de control y regulación de tiempo, ocupación y luz natural se pueden integrar en un sistema de gestión centralizado que permita controlar todos los elementos e incrementar así la eficiencia energética.

Limpiar regularmente ventanas y lámparas

Aunque puede parecer obvio, conviene recordar que la limpieza de ventanas y claraboyas garantiza la entrada de la luz natural. Así mismo, es importante limpiar regularmente bombillas y lámparas pues la presencia de polvo o insectos supone una pérdida de eficiencia en la iluminación.

Utilizar iluminación eficiente

Utilizar luminarias de máxima eficiencia energética, y lámparas de alumbrado de bajo consumo, alta duración, y alto rendimiento garantiza el menor consumo de energía.

Entre otras, pueden seguirse las siguientes pautas:

- Reemplazar los tubos fluorescentes convencionales por tubos fluorescentes con balastos electrónicos, en las zonas de mucho uso, y por lámparas de descarga en zonas con poco uso.
- Reemplazar la lámparas de incandescencia o halógenas tradicionales por lámparas fluorescentes compactas, en zonas donde no haya muchos encendidos y apagados.
- En alumbrado exterior, reemplazar las lámparas de vapor de mercurio por lámparas de sodio de alta presión y las de sodio de alta presión por sodio baja presión.

Sustituir las luminarias

La luminaria es el elemento donde va instalada la lámpara y su función principal es la de distribuir la luz producida por la fuente, en la forma más adecuada a las necesidades. En las remodelaciones o actualizaciones de las instalaciones conviene valorar la instalación de luminarias modernas que contienen sistemas reflectores cuidadosamente diseñados para dirigir la luz de las lámparas en la dirección deseada.

Realizar revisiones periódicas

Es importante realizar revisiones periódicas de la instalación de iluminación. En estas revisiones conviene comprobar el aspecto de los cables internos que interconectan los diversos componentes de equipo en el interior de las luminarias, así como el estado de regletas y portalámparas, cambiando los que presenten algún deterioro. En las revisiones se debe comprobar también los tornillos, la posible suciedad acumulada y el correcto aislamiento de la instalación y sus equipos.

Reemplazar lámparas

La sustitución de lámparas debe realizarse cuando el rendimiento de estas ya no es adecuado. Para valorar con cuantas horas de uso deben sustituirse las bombillas deben

seguirse las recomendaciones del fabricante. En el plan de mantenimiento de luminarias debe preverse las fechas en las que se va a realizar la sustitución. Conviene pensar que cuando se usan muchas bombillas es más adecuado reemplazarlas todas al mismo tiempo, que ir reemplazándolas a medida que se funden, pues facilita la labor de control y mantenimiento.

Papel:

- Promover el uso de papel reciclado frente al papel blanco.
- Reducir el peso del papel utilizado, utilizar hojas de 70g/m² en lugar de 75g/m², supone una reducción de más de un 15% de la cantidad de papel utilizado.
- Ahorrar papel al imprimir y fotocopiar, fotocopando a doble cara, reduciendo el tamaño de la imagen al fotocopiar...
- Reutilizar el papel usado para escribir borradores, tomar notas en reuniones, etc.

Bibliografía

- Ambiente, M. d. (27 de 01 de 2010). *Consortio para el derecho socioambiental*. Recuperado el 18 de 02 de 2011, de www.derecho-ambiental.org/Derecho/Legislacion/Ley/Gestion/Ambiental/Ecuador.html
- AMBIENTE, M. D. (s.f.). *Ministerio del Ambiente del Ecuador*. Recuperado el 18 de 02 de 2011, de www.ambiente.gob.ec/?q=node/39
- CEPL. (2010). *Curso de lideres para producción más limpia*. Quito: CEPL.
- CONSTITUYENTE, A. (2008). *Constitución de La República del Ecuador*. Montecriti: Aristos.
- GREENPEACE. (2006). *GREENPEACE*. Recuperado el 16 de 02 de 2011, de http://www.greenpeace.cl/html/toxicos/produccion_limpia.htm
- ONU. (06 de 1992). *DECLARACIÓN DE RIO SOBRE EL MEDIO AMBIENTE Y EL DESARROLLO*. Recuperado el 17 de 02 de 2011, de www.medioambiente.cu/declaracion_d_rio_1992.htm
- PNUMA. (2006). *PNUMA oficina regional para América Latina y el Caribe*. Recuperado el 15 de 02 de 2011, de www.pnuma.org/industria/producción_limpia.php
- VIGLIZZO. (2010). *Huella de carbono, ambiente y agricultura en el Cono Sur de Sudamérica*. Montevideo: Procisur.
- RENSSNATURE Y CONSULTING. CIA. LTDA, Evaluación de los Impactos Ambientales Producidos por las Captaciones Antisana, Jatunhuayco y Diguchi en el Sistema La Mica, Quito Septiembre 2008, págs. 9-102.

- RENSSNATURE Y CONSULTING. CIA. LTDA, Resumen de Hallazgos Auditoria Ambiental Externa EPMAPS para el CONELEC, EPMAPS-Q, Quito Marzo 2011, págs. 1-30.
- REYES, E. *Manual para el Manejo de Residuos Sólidos*, México, 2009.
- Texto Unificado de Legislación Ambiental. TULAS. (2003).
- VIERA, L; YANDÚN, A. *Plan de Implementación de Producción más limpia en la Empresa KUBIEC S.A.*; Proyecto Previo a la Obtención del Título de Ingeniero Mecánico; Escuela Politécnica Nacional; Quito; 2006.
- VIGLIZZO. (2010). *Huella de carbono, ambiente y agricultura en el Cono Sur de Sudamérica*. Montevideo: Procisur.
- WATER FOOTPRINT NETWORK, *Manual de Evaluación de la Huella Hídrica*; EEUU, 2009

Anexos

I. Anexos del sistema Papallacta Integrado

Figura 59. Certificado ambiental del sistema Papallacta Integrado



QUITO
DISTRITO
METROPOLITANO

C.A. N°. 1405

**La Secretaría de Ambiente del Municipio del Distrito
Metropolitano de Quito**

En cumplimiento a lo dispuesto en el Capítulo V, del Sistema de Auditorías Ambientales y Guías de Prácticas Ambientales de la Ordenanza Sustitutiva del Título V "De la Prevención y Control del Medio Ambiente" Libro Segundo, del Código Municipal para el Distrito Metropolitano de Quito; otorga el presente:

Certificado Ambiental
POR AUDITORÍA AMBIENTAL

A: EMAAP-Q / SISTEMA PAPALLACTA

Parque Metropolitano Calle Novoa y Guanguiltahua

REGISTRO NO.

| | | | |
|---|---|---|---|
| 1 | 5 | 0 | 8 |
|---|---|---|---|

 R-AZ

| | |
|---|--|
| N | |
|---|--|

Vigencia del Certificado Desde: 17 DE MARZO DEL 2010 hasta: 17 DE MARZO DEL 2012

Dado en Quito a, 12 DE ABRIL DEL 2010



Secretario(a) de Ambiente



Secretaría de
Ambiente

Figura 60. Certificado de destrucción de desechos peligrosos

INCINEROX CIA. LTDA.
INCINERACIÓN DE RESIDUOS TÓXICOS PELIGROSOS



CERTIFICADO DE DESTRUCCIÓN DE DESECHOS PELIGROSOS

No.- INC- 673 / PIFO-09

FECHA: 10-Dic-09

RECIBÍ: 50 KG. DE DESECHOS QUÍMICOS LÍQUIDOS; 0,62 KG. DE DESECHOS SÓLIDOS; 21,2 KG. DE VIDRIOS; 12,22 KG. DE PLANTILLAS DE ALUMINIO. MAE: (DP-NE-52), Cód. DMA: (5,07).

SE EXTIENDE LA PRESENTE COMO COMPROBANTE DE QUE **50 KG. DE DESECHOS QUÍMICOS LÍQUIDOS; 0,62 KG. DE DESECHOS SÓLIDOS; 21,2 KG. DE VIDRIOS; 12,22 KG. DE PLANTILLAS DE ALUMINIO. MAE: (DP-NE-52), Cód. DMA: (5,07)**, CATALOGADO COMO DESECHOS PELIGROSOS, Y QUE FUERON TRANSPORTADOS POR INCINEROX CIA. LTDA., HACIA LAS INSTALACIONES DE INCINEROX CIA. LTDA., UBICADAS EN LA VÍA PIFO-SANGOLQUÍ KM. 13 ½, EN DONDE SE DIO TRATAMIENTO TÉRMICO DE ACUERDO A LA LICENCIA AMBIENTAL NO. 103 (08 DE DICIEMBRE DE 2006).

GENERADOR:

| RAZÓN SOCIAL | NÚMERO DE REGISTRO | RESPONSABLE | TELÉFONO | CANTIDAD (KG, L, TON, ETC) |
|-----------------------|--------------------|----------------------------------|------------|----------------------------|
| EMAAP-Q Pcc. 04/09 | | SRTA. ANA MARÍA RIVAGENERA | 022-272226 | 84,04 Kg. |

TRANSPORTISTA:

| | |
|--------------------------|------------------------------------------------------------|
| NOMBRE O RAZÓN SOCIAL | INCINEROX CIA. LTDA. |
| NO DE LICENCIA AMBIENTAL | EN TRAMITE |
| DIRECCIÓN Y TELÉFONO | AV. JUAN DE SELIS N 77 - 131 Y VICENTE DUQUE / 2421 865 |
| NOMBRE DEL CONDUCTOR | SR. LUIS ESPINOZA |

DISPOSICIÓN FINAL:

| | |
|--------------------------------|--------------------------------------------------------------|
| FECHA DE RECEPCIÓN | 12 DE NOVIEMBRE DE 2009 |
| RECIBIDO POR | ING. DAVID VILLACÍS |
| NOMBRE Y FIRMA DEL RESPONSABLE | ING. PEDRO MANTILLA JEFE DE COMERCIALIZACIÓN INCINEROX |

INCINEROX CIA. LTDA.
1791414713001
FIRMA

Oficinas: Av. Juan de Selis N 77-131 y Vicente Duque.
Teléfonos: 022 481 865; 022 802 403
Celular: 099 661 259/ 099 661 635

PLANTA PIFO: Vía Pifo - Sangolquí Km 13 ½.
e-mail: pifo@incinerox.com
Celular: 092457306

Quito - Ecuador

Figura 61. Certificado de tratamiento y disposición final de residuos especiales de la planta de Tratamiento Bellavista



GESTION, TRATAMIENTO Y DISPOSICION FINAL DE RESIDUOS ESPECIALES

| | | | |
|----------------------------------------|------------------------------------|--------------------------|------------------------------------------------|
| Código de proceso HZ-R-C- 65 | Lugar Otoncito - Cayambe | Fecha 12/11/09 | Revisión: 001 Fecha: 06/01/03 |
|----------------------------------------|------------------------------------|--------------------------|------------------------------------------------|

CERTIFICADO

HAZWAT – C.R.A.

No. 3759
Fecha: 12 de Noviembre del 2009
Recibi: 307.75 kg. de fundas de agroquímicos y guaipes.
 50.00 kg. de lámparas fluorescentes.

MINISTERIO DEL AMBIENTE:

Se extiende la presente como comprobante de que 307.75 kg. de fundas de agroquímicos y guaipes y 50.00 kg. de lámparas fluorescentes, catalogados como desechos peligrosos, fueron transportados por la empresa TRANSPORTE DE PRODUCTOS ESPECIALES, a Cayambe-Otoncito Km. 37 ½ (CRA), en donde se dio tratamiento mediante los procesos de Gasificación Térmica y Encapsulación, de acuerdo a la licencia ambiental (ACUERDO MINISTERIAL N° 067) de 22 de Diciembre 2003.

Generador

| Razón social | Numero de Registro | Responsable | Teléfono | Cantidad |
|-------------------------------|--------------------|---------------------|-----------|------------|
| PLANTA BELLAVISTA – EMAAP - Q | | ING. MANUEL ALVAREZ | 2 272 784 | 357.75 kg. |

Transportista

| | |
|------------------------------|---------------------------------|
| Nombre o razón social | TRANSPORTE PRODUCTOS ESPECIALES |
| Numero de Licencia ambiental | |
| Dirección y teléfono | Cayambe, 099 302 761 |
| Nombre del conductor | Nelson Quishpe |

Disposición final

| | |
|---------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
| Fecha de recepción: | 12 de Noviembre del 2009 |
| Recibido por: | Ing. César Meléndez |
| Ing. Cesar Meléndez |  |

Dirección: Leonardo Davince N° 30 y Durero
 Tlf. 2891699 – 068250184 – 092358553



CRA
COMITÉ REGULATORIO AMBIENTAL

Planta Industrial Vía Quito – Cayambe Km 37 ½
 Tlf. 098132061

Figura 62. Caracterización anual físico química de descargas líquidas no domesticas de la planta de tratamiento Bellavista



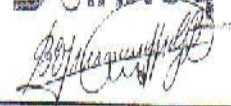
| MUNICIPIO DEL DISTRITO METROPOLITANO DE QUITO DIRECCIÓN METROPOLITANA DE MEDIO AMBIENTE CARACTERIZACIÓN ANUAL FÍSICO QUÍMICA DESCARGAS LÍQUIDAS NO DOMÉSTICAS | | | | | | | | | |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------|--------|----------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|--------|
| No.:CADL- <input type="text"/> - <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> R-AZ <input type="text"/> N <input type="text"/> | | | | | | | | | |
| 1. IDENTIFICACIÓN DE LA MEDICIÓN | | | | | | | | | |
| 1.1 Identificación del punto de descarga líquida: Planta de Tratamiento Bellavista | | | | | | 1.2 Año de presentación: 2 0 1 0 | | | |
| 2. DATOS GENERALES DEL REGULADO | | | | | | | | | |
| 2.1 Razón Social: EPMAPS | | | | | | 2.2 CIU: 4 1 0 0 | | | |
| 3. DATOS GENERALES DEL LABORATORIO AMBIENTAL / ENTIDAD DE MUESTREO | | | | | | | | | |
| 3.1 No. de Registro: R-05-03-A | | | | | | 3.2 Nombre o razón social: LABORATORIO ANNCY | | | |
| 4. DATOS GENERALES DE LA ENTIDAD DE SEGUIMIENTO | | | | | | | | | |
| 4.1 Número de Registro: 0 0 3 R-ES | | | | | | 4.2 Razón Social: ALDIR | | | |
| 5. DESCARGAS LÍQUIDAS NO DOMÉSTICAS | | | | | | | | | |
| 5.1 Volumen (m³/día) | | 5.2 tiempo de descarga (horas y minutos / día) | | 5.3 Tipo de cuerpo receptor | | 5.4 Estado del punto de descarga | | | |
| 49181.34 | | 00 h 70 min | | Alcantarillado Público | | Activo | | | |
| 6. INFORMACIÓN ADICIONAL DEL PUNTO DE DESCARGA | | | | | | | | | |
| 6.1 No. días por semana de descarga | | | | | | 7 | | | |
| 7. CARACTERÍSTICAS FÍSICO QUÍMICAS DE LA DESCARGA LÍQUIDA | | | | | | | | | |
| Periodo de Medición | | FEBRERO | | MAYO | | JULIO | | SEPTIEMBRE | |
| PARAMETROS DE DESCARGA | | unidad | M1 | M2 | M1 | M2 | M1 | M2 | M1 M2 |
| 7.1.1 Demanda Bioquímica De Oxígeno (DBO ₅) | | mg/l | 13.0 | | <3.0 | | <3.0 | | <3.0 |
| 7.1.2 Demanda Química De Oxígeno (DQO) | | mg/l | <30 | | <30 | | <30 | | <30 |
| 7.1.3 Sólidos Suspendidos | | mg/l | 671 | | 252 | | 254 | | 198 |
| 7.1.4 Caudal de Descarga | | l/s | 5.8 | | 43.0 | | 41.3 | | 38.6 |
| 7.2 CONTAMINANTES ASOCIADOS A DESCARGAS LÍQUIDAS | | | | | | | | | |
| 7.2.1 Aceites y grasas | | mg/l | | | | | | | |
| 7.2.2 Aluminio | | mg/l | | | | | | | |
| 7.2.3 Arsénico total | | mg/l | <0.010 | | <0.010 | | <0.010 | | <0.010 |
| 7.2.4 Cadmio | | mg/l | <0.010 | | <0.010 | | <0.010 | | <0.010 |
| 7.2.5 Caudal máximo | | mg/l | | | | | | | |
| 7.2.6 Cianuro | | mg/l | | | | | | | |
| 7.2.7 Coliformes fecales | | mg/l | | | | | | | |
| 7.2.8 Cobre | | mg/l | <0.020 | | <0.020 | | <0.020 | | <0.020 |
| 7.2.9 Cromo Hexavalente | | mg/l | <0.050 | | <0.050 | | <0.050 | | <0.050 |
| 7.2.10 Compuestos fenólicos | | mg/l | | | | | | | |
| 7.2.11 Color real | | unidades de color | | | | | | | |
| 7.2.12 Fósforo total | | mg/l | | | | | | | |
| 7.2.13 Hidrocarburos totales | | mg/l | | | | | | | |
| 7.2.14 Materiales flotantes | | | | | | | | | |
| 7.2.15 Manganeso | | mg/l | 0.029 | | 0.018 | | 0.011 | | 0.014 |
| 7.2.16 Mercurio total | | mg/l | <0.005 | | <0.010 | | <0.010 | | <0.010 |
| 7.2.17 Níquel | | mg/l | | | | | | | |
| 7.2.18 Organos clorados totales | | mg/l | | | | | | | |
| 7.2.19 Organos fosforados totales | | mg/l | | | | | | | |
| 7.2.20 Plomo | | mg/l | <0.050 | | <0.050 | | <0.050 | | <0.050 |
| 7.2.21 Potencial de hidrogeno | | | 7.48 | | 6.91 | | 7.16 | | 6.91 |
| 7.2.22 Sólidos sedimentables | | ml/l | | | | | | | |
| 7.2.23 Sulfuros | | mg/l | | | | | | | |
| 7.2.24 Sulfatos | | mg/l | | | | | | | |
| 7.2.25 Temperatura | | C | 12.4 | | 14.6 | | 13.9 | | 16.6 |
| 7.2.26 Tensioactivos | | mg/l | | | | | | | |
| 7.2.27 Zinc | | mg/l | | | | | | | |
| 7.3 FECHA DE MUESTREO (aaaa/mm/dd) | | 2010-02-01 | | 2010-05-07 | | 2010-07-21 | | 2010-09-13 | |
| 8. Nombre, firma del Representante legal y sello del Establecimiento: | | | 9. Nombre, firma y sello del Laboratorio Ambiental: | | | | 10. Firma y sello del responsable en la Entidad de Seguimiento | | |
| <div style="text-align: right;"> Fecha de preparación (entrega): <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> Hora: <input type="text"/> h <input type="text"/> m </div> | | | <div style="text-align: center;">  <i>[Firma]</i> </div> | | | | <div style="text-align: right;"> Fecha de recepción (aaaa/mm/dd): <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> </div> | | |
| Form AAGT Caracterización Anual Físico Química de Descargas Líquidas no Domésticas (El espacio sombreado es de uso exclusivo de la Entidad de Seguimiento) | | | | | | | | | |

Figura 63. Caracterización de emisiones de ruido en la planta Bellavista

| MUNICIPIO DEL DISTRITO METROPOLITANO DE QUITO DIRECCIÓN METROPOLITANA DE MEDIO AMBIENTE CARACTERIZACIÓN FÍSICO QUÍMICA DESCARGAS LÍQUIDAS NO DOMÉSTICAS IDENTIFICACIÓN DE PUNTOS DE DESCARGA | | | | | | | | | | | | | | |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------|---|---|-------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|---|---|-------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|-----|---|---|
| No.:PDL- - 1 6 0 8 R-AZ N | | | | | | | | | | | | | | |
| 1. DATOS GENERALES DEL REGULADO | | | | | | | | | | | | | | |
| 1.1 Razón Social: EPMAPS-Q | | | | | 1.2 CIU 4 1 0 0 | | | | | | | | | |
| 2. DATOS GENERALES DEL LABORATORIO AMBIENTAL / ENTIDAD DE MUESTREO | | | | | | | | | | | | | | |
| 2.1 No. de Registro: R-05-03-A | | | | | 2.2 Nombre o razón social: LABORATORIO ANNCY | | | | | | | | | |
| 3. DATOS GENERALES DE LA ENTIDAD DE SEGUIMIENTO | | | | | | | | | | | | | | |
| 3.1 Número de Registro: 0 0 3 R-ES | | | | | 3.2 Razón Social: ALDIR | | | | | | | | | |
| 4. DESCARGAS LÍQUIDAS NO DOMÉSTICAS | | | | | | | | | | | | | | |
| 4.1 Fecha de identificación de puntos de descarga: 02-02-2010 | | | | | | | | | | | | | | |
| 4.2 Punto de Descarga (Tipo de cuerpo receptor: 1 Alcantarillado 2 Cauca de Agua 3 Pozos) (Estado del punto de descarga: 1 Activo 2 Inactivo) | | | | | | | | | | | | | | |
| Id. Punto de Descarga Líquida | volumen (m ³ /año) | | | | tiempo de descarga (horas y minutos / día) | | | | Tipo de cuerpo receptor | Estado del punto de descarga | | | | |
| 1 | 0 | 4 | 9 | 1 8 1 | 3 | 4 | 0 | 0 | h | 7 | 0 | min | 1 | 1 |
| | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | |
| 5. Nombre, firma del responsable y sello del Establecimiento: | | | | | 6. Nombre, firma del responsable y sello del Laboratorio Ambiental: | | | | | 7. Firma y sello del responsable en la Entidad de Seguimiento | | | | |
| Fecha de preparación(entrega): / / Hora: h m | | | | |   | | | | | Fecha de recepción (aaaa/mm/dd): / / | | | | |
| Form.AA07: a Caracterización Físico Química de Descargas Líquidas no Domésticas - Identificación de puntos de descarga (El espacio sombreado es de uso exclusivo de la Entidad de Seguimiento) | | | | | | | | | | | | | | |

[illegible]

Figura 63. Caracterización de emisiones de ruido en la planta Bellavista (continua)

Form. AA08 b Caracterización Anual Emisiones de Ruido (El espacio sombreado es de uso exclusivo de la Entidad de Seguimiento)

Tabla 43. Consumo de Insumos del Campamento Salve Faccha

| SUMINISTRO | ENE | FEB | MAR | ABR | MAY | JUN | JUL | AGO | SEP | OCT | NOV | DIC | TOTAL |
|--------------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-------|
| Papel higiénico | 0 | 2 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 2 | 0 | 1 | 1 | 0 | 8 |
| Fundas para basura | 1 | 0 | 2 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 2 | 1 | 0 | 7 |
| Detergente | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 4 |
| Escobas | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 |
| Jabón loción para manos | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 3 |
| Cera piso polwax | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 |
| Limpia mueble | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |

Tabla 44. Consumo de insumos de la estación Elevadora

| SUMINISTRO | ENE | FEB | MAR | ABR | MAY | JUN | JUL | AGO | SEP | OCT | NOV | DIC | TOTAL |
|----------------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-------|
| Papel higiénico | 1 | 2 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 2 | 1 | 0 | 10 |
| Detergente | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 2 | 1 | 0 | 8 |
| Fundas para basura | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 2 | 1 | 0 | 8 |
| Cera piso polwax | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 4 |
| Escobas | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 4 |
| Jabón loción para manos | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 4 |
| Papel membretado inen A4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 2 | 0 | 1 | 0 | 0 | 4 |
| Desinf. limpiador | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 3 |
| Papel para copiadora 75gr | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 3 |
| Limpia mueble | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| Limpiavidrios | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |

Tabla 45. Consumo de insumos de la estación Booster I

| SUMINISTRO | ENE | FEB | MAR | ABR | MAY | JUN | JUL | AGO | SEP | OCT | NOV | DIC | TOTAL |
|-------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-------|
| Papel higiénico | 1 | 1 | 2 | 0 | 1 | 1 | 0 | 2 | 0 | 2 | 1 | 0 | 11 |
| Detergente | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 2 | 1 | 0 | 8 |
| Fundas para basura | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 2 | 1 | 0 | 7 |
| Escobas | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 4 |
| Jabón loción para manos | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 4 |
| Cera piso polwax | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 |
| Desinf. Limpiador | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 |
| Limpia mueble | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 |
| Limpiavidrios | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 |

Tabla 46. Consumo de insumos de la estación Booster II

| SUMINISTRO | ENE | FEB | MAR | ABR | MAY | JUN | JUL | AGO | SEP | OCT | NOV | DIC | TOTAL |
|-------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-------|
| Papel higiénico | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 2 | 0 | 2 | 1 | 0 | 10 |
| Fundas para basura | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 2 | 1 | 0 | 8 |
| Detergente | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 2 | 1 | 0 | 7 |
| Escobas | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 4 |
| Cera piso polwax | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 2 |
| Desinf. Limpiador | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 |
| Jabón loción para manos | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 2 |
| Limpia mueble | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| Limpiavidrios | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |

Tabla 47. Consumo de insumos de la estación Recuperadora

| SUMINISTRO | ENE | FEB | MAR | ABR | MAY | JUN | JUL | AGO | SEP | OCT | NOV | DIC | TOTAL |
|------------------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-------|
| PAPEL HIGIENICO | 1 | 2 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 2 | 1 | 0 | 10 |
| Fundas para basura | 1 | 1 | 2 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 2 | 1 | 0 | 9 |
| DETERGENTE | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 2 | 1 | 0 | 8 |
| Cera piso polwax | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 5 |
| Papel membretado inen a4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 2 | 0 | 1 | 0 | 0 | 5 |
| Escobas | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 4 |
| Jabónloción para manos | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 4 |
| Papel para copiadora 75gr | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 4 |
| Desinf. Limpiador 1/2 galón | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 3 |
| Limpia mueble | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 |
| Limpiavidrios | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 |
| Tóner hp c9362w(92) negro | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 |

Tabla 48. Consumo insumos de la Válvula Esférica

| SUMINISTRO | ENE | FEB | MAR | ABR | MAY | JUN | JUL | AGO | SEP | OCT | NOV | DIC | TOTAL |
|--------------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-------|
| Papel higiénico | 0 | 2 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 2 | 0 | 1 | 1 | 0 | 8 |
| Fundas para basura | 1 | 0 | 2 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 7 |
| Escobas | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 4 |
| Detergente | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 3 |
| Jabón loción para manos | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 3 |
| Cera piso polwax | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 2 |
| Limpia mueble | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |

Tabla 49. Consumo de insumos en la planta envasadora

| INSUMOS | ENE | FEB | MAR | ABR | MAY | JUN | JUL | AGO | SEP | OCT | NOV | DIC | TOTAL |
|---------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-------|
| Carpeta Celufolder | 4 | | | 6 | | | | | | | | | 10 |
| Carpeta membretada | 4 | | | | | 6 | | | | | | | 10 |
| Detergente | 1 | | | 1 | | 1 | | 1 | | | | | 4 |
| Papel higiénico | 1 | | 1 | 1 | | 1 | | | | | | | 4 |
| Franela (m) | | | 1 | 2 | | | | | | | | | 3 |
| Jabón loción para manos | 1 | | | | | 1 | | | | | | | 2 |
| Papel membretado inen a4 | | | 1 | | | | | | | | | | 1 |
| Papel para copiadora 75gr | | | 1 | | | | | | | | | | 1 |

Tabla 50. Consumo de insumos en la planta de tratamiento de agua potable de Bellavista

| INSUMOS | TOTAL |
|--------------------------------------|-------|
| ARCHIVADOR TAMAÑO OFICIO | 85 |
| CARPETA MEMBRETADA | 197 |
| CARTULINAS A4 | 20 |
| CD LASER 700 MB | 44 |
| DRUM XEROX WCM15I | 1 |
| HOJA DE TRABAJO | 5 |
| JABON LOCION PARA MANOS | 11 |
| PAPEL BOND 90gr. PARA PLOTTER | 100 |

Tabla 50. Consumo de insumos en la planta de tratamiento de agua potable de Bellavista (continua)

| INSUMOS | TOTAL |
|--------------------------------|-------|
| PAPEL FAX | 4 |
| PAPEL HIGIENICO 250m | 24 |
| PAPEL MEBRETADO INEN A4 | 50 |
| PAPEL PARA COPIADORA 75gr | 65 |
| SEPARADORES PLÁSTICOS | 13 |
| SOBRE PAPEL BOND MEMBR. OFICIO | 45 |
| SOBRE PAPEL BOND MEMBR./F5 | 50 |
| TONERS | 42 |

Tabla 51. Consumo de energía eléctrica en el sistema Papallacta Integrado.

| NOMBRES | CONSUMO BASE | CONSUMO MEDIO | DEMANDA | TOT. PLANILLA |
|----------------------|---------------|---------------|---------|------------------|
| | 22H-07H (KWH) | 07H-22H (KWH) | (KW) | DOLARES |
| Planta de Bellavista | 360933 | 517514 | 4172 | 72754,81 |
| Papallacta | 24001 | 39408 | 192 | 13227,76 |
| Túnel Quito | 0 | 5468 | 0 | 446,53 |
| Válvula Esférica | 0 | 6445 | 0 | 511,17 |
| La Virgen | 0 | 1209 | 0 | 97,25 |
| Envasadora | 0 | 15320 | 0 | 3370,4 |

Tabla 52. Resumen de generación eléctrica 2010 del SPI

| MESES | E. GENERADA | E. Req. Bombeo | E. Disponible |
|-------------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| Enero | 9253910 | 8959410 | 68530 |
| Febrero | 8318190 | 8319030 | -204930 |
| Marzo | 9536000 | 10917830 | -1618710 |
| Abril | 8512200 | 7148000 | 1155600 |
| Mayo | 8880550 | 1691140 | 6971590 |
| Junio | 8522610 | 460170 | 7853890 |
| Julio | 7921870 | 572930 | 7154490 |
| Agosto | 8821640 | 128370 | 8476400 |
| Septiembre | 8602500 | 4328170 | 4109420 |
| Octubre | 3676570 | 3138880 | 610810 |
| Noviembre | 8673410 | 4147740 | 4313700 |
| Diciembre | 8871310 | 5034240 | 3620580 |
| TOTAL | 99590760 | 54845910 | 42511370 |

Tabla 53. Resumen de energía generada y bombeada

| | E. GENERADA | E. Req. Bombeo + E. Disponible | Diferencia |
|--------------------|----------------|-----------------------------------|------------|
| Recuperadora | 99590760 | | |
| Venta + Consumo | | 97357280 | |
| E. Perdida | | | 2233480 |

Tabla 54. Consumo de combustibles en el sistema Papallacta Integrado

| COMBUSTIBLES GALONES | | | | VALOR |
|--------------------------------|------------------|--------------|-----------------|-------------------|
| DEPARTAMENTO | RECORRIDO | DIESEL | GASOLINA | USD |
| PRODUCCIÓN | 14928 | | 764,87 | 1170,25111 |
| SISTEMAS ESPECIALES | 122580,46 | 43,16 | 4930,878 | 7102,318 |
| PLANTA BELLAVISTA | 18349 | | 960,303 | 1392,391 |
| TOTAL | 155857,46 | 43,16 | 6656,051 | 9664,96011 |
| MEDIANA | 18349 | 43,16 | 960,303 | |

Tabla 55. Consumo de agua potable en la planta de tratamiento Bellavista

| Meses | INGRESO AGUA CRUDA | AGUA TRATADA VOLUMEN | Filtros m3 | DISTRIBUCION | Envasadora | Consumo Interno |
|----------------|--------------------------|----------------------------|----------------|----------------|----------------|--------------------|
| | m ³ | m ³ | m ³ | m ³ | m ³ | m ³ |
| ENERO | 6.248.373,00 | 6.248.373,00 | 113.880 | 6.118.333 | 100 | 16.060 |
| FEBRERO | 5.598.145,00 | 5.598.145,00 | 101.915 | 5.478.834 | 100 | 17.296 |
| MARZO | 6.638.394,00 | 6.638.394,00 | 114.473 | 6.505.217 | 120 | 18.584 |
| ABRIL | 5.968.134,00 | 5.968.134,00 | 111.446 | 5.836.148 | 130 | 20.410 |
| MAYO | 5.861.022,00 | 5.861.022,00 | 122.839 | 5.720.043 | 100 | 18.040 |

Tabla 55. Consumo de agua potable en la planta de tratamiento Bellavista (continua)

| Meses | INGRESO AGUA CRUDA | AGUA TRATADA | Filtros m3 | DISTRIBUCION | Envasadora | Consumo Interno |
|-------------------|-----------------------|----------------------|---------------------|----------------------|-----------------|--------------------|
| | m ³ | m ³ | m ³ | m ³ | m ³ | m ³ |
| AGOSTO | 5.581.385,00 | 5.581.385,00 | 100.045 | 5.457.560 | 120 | 23.660 |
| SEPTIEMBRE | 5.509.228,00 | 5.509.228,00 | 92.271 | 5.395.956 | 100 | 20.901 |
| OCTUBRE | 5.990.624,00 | 5.990.624,00 | 96.522 | 5.872.350 | 1.200 | 20.552 |
| NOVIEMBRE | 5.710.285,00 | 5.710.285,00 | 101.069 | 5.584.920 | 1.200 | 23.096 |
| DICIEMBRE | 5.652.290,00 | 5.652.290,00 | 100.692 | 5.529.018 | 800 | 21.780 |
| TOTAL | 70.646.902,00 | 70.646.902,00 | 1.284.984,00 | 69.116.645,00 | 4.170,00 | 241.103,00 |

Tabla 56. Consumo de agua estimada en las captaciones, conducción y central Recuperadora

| EMPRESA PÚBLICA METROPOLITANA DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO | | | | | | | |
|-------------------------------------------------------------|----------------|-----------|-------|-----------|-----------------|-------------------------------|---------------------------------|
| ESTIMACIÓN DE CONSUMOS | | | | | | | |
| PROCESO/ACTIVIDAD | N. PERSONAS | Lavamanos | Otros | L x WC | V. (L)/P/Día | V. (m ³)/P/Mes | V. (m ³)/P/ANUAL |
| Válvula Esférica | 1 | 65 | 145 | 10 | 220 | 6,6 | 79,2 |
| Túnel Quito | 3 | 195 | 435 | 30 | 660 | 19,8 | 237,6 |
| La Virgen (salida T.Q) | 2 | 130 | 290 | 20 | 440 | 13,2 | 158,4 |
| Recuperadora | 15 | 975 | 2175 | 150 | 3300 | 99 | 1188 |
| BOOSTER 1 Y 2 | 5 | 325 | 725 | 50 | 1100 | 33 | 396 |
| Papallacta (Elevadora) | 28 | 1820 | 4060 | 280 | 6160 | 184,8 | 2217,6 |

Figura 64. Toneladas de CO₂ en el sistema Papallacta Integrado

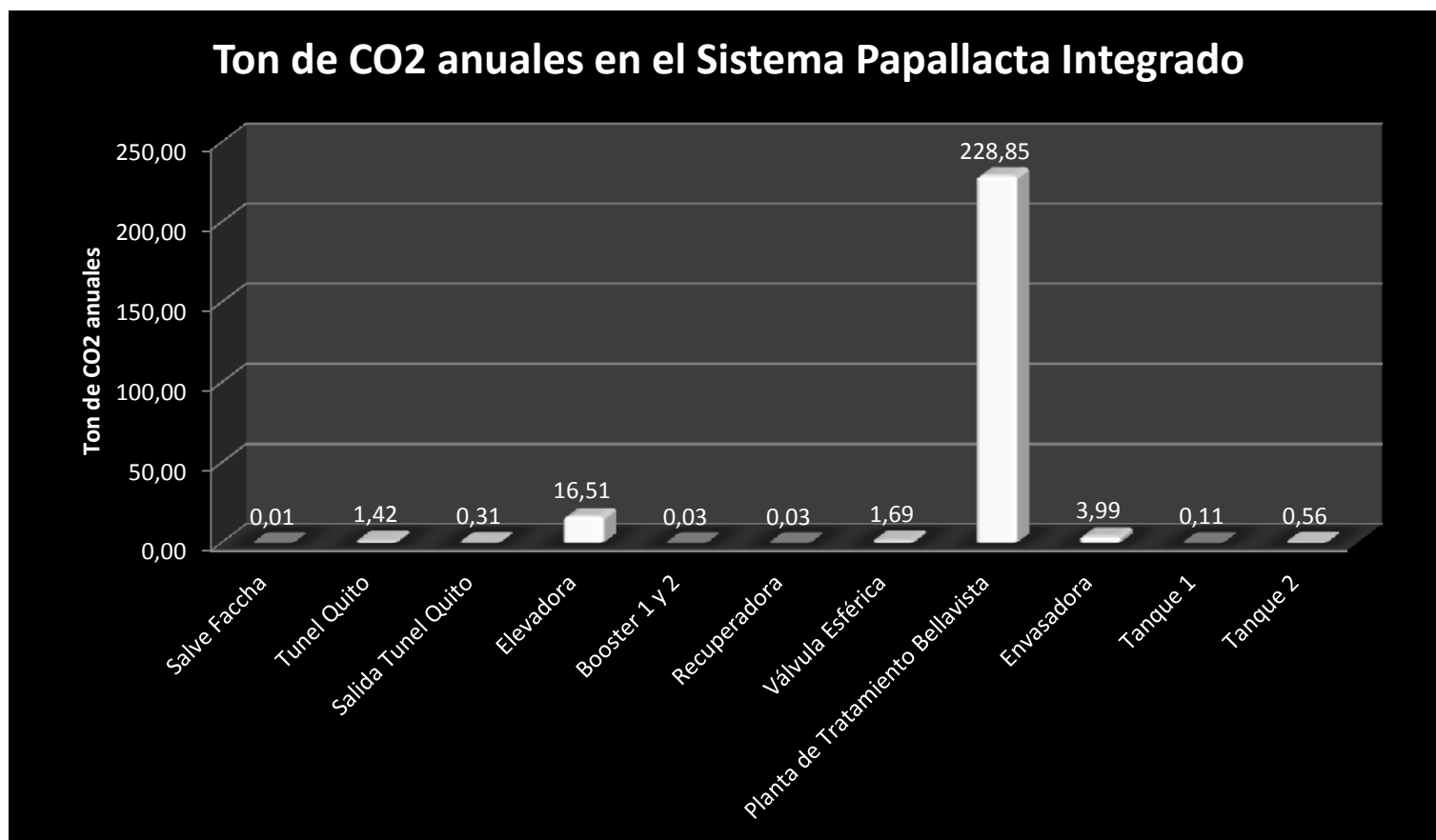
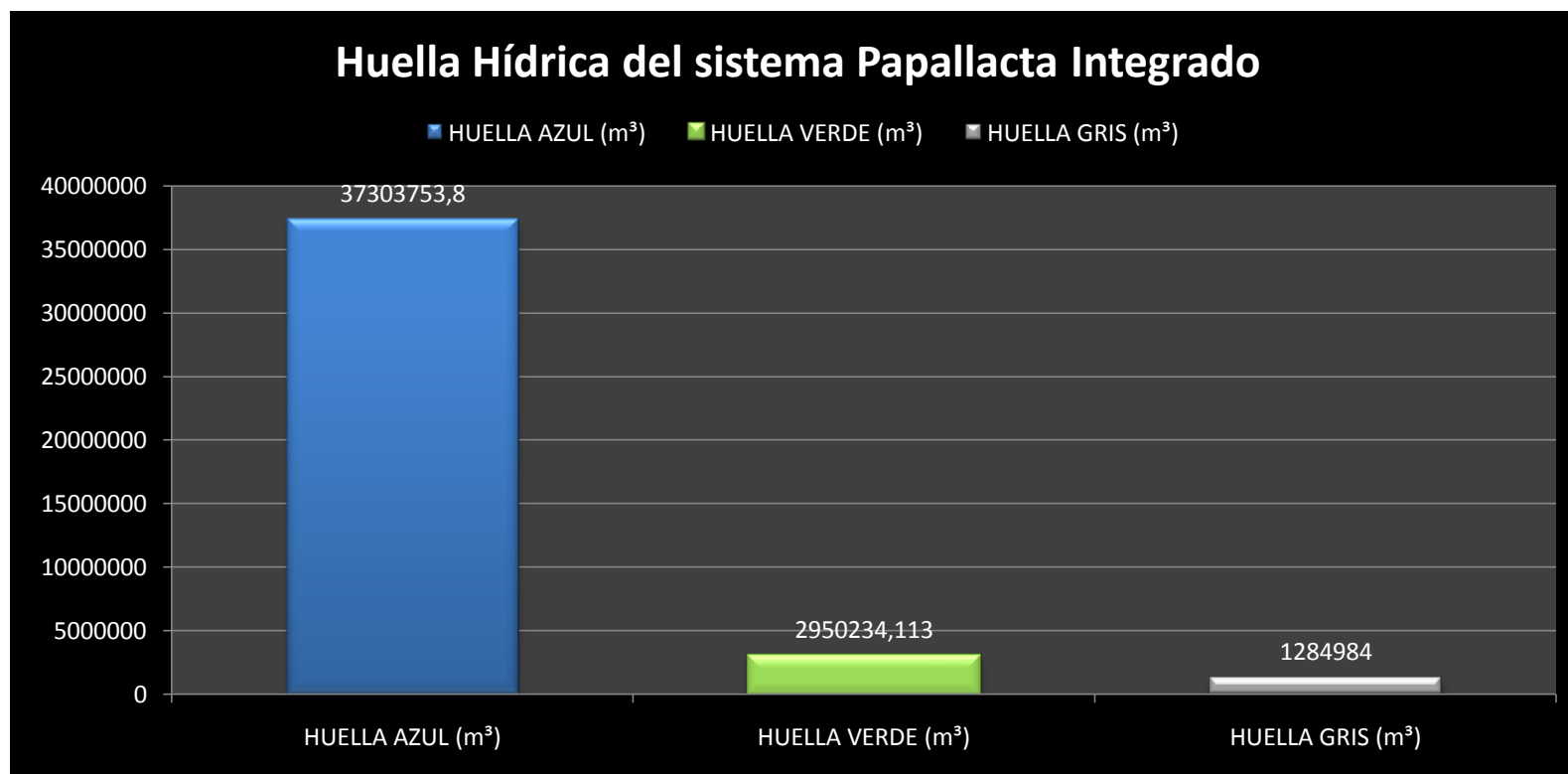


Figura 65. Huella Hídrica de un producto del sistema Papallacta Integrado



II. Anexos del sistema Mica Quito Sur

Figura 66. Lista de chequeo de seguridad, salud, ambiente

LISTA DE CHEQUEO SEGURIDAD, SALUD, AMBIENTE, RELACIONES COMUNITARIAS Y RIESGOS

DATOS GENERALES

NOMBRE CONTRATISTA: PATRICIO ROSA FECHA DE EVALUACIÓN: 19-01-2011

RESIDENTE DE OBRA: FRANCISCO GUTIERREZ SUPERVISOR SSAR: C. VASCONCELOS

N° DE PERSONAS: FISCALIZADOR: J. GARCIA ESCOBAR

| N° | DESCRIPCIÓN | SI | NO | N/A | N° | DESCRIPCIÓN | SI | NO | N/A |
|----|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|----|-----|-------|-------------------------------------------------------------------------------|----|----|-----|
| 1 | SEÑALIZACIÓN | | | | 10 | RIESGO ELÉCTRICO | | | |
| 2 | La obra se encuentra señalizada | ✓ | | | 10.1 | La acometida de la energía eléctrica es segura | ✓ | | |
| 3 | Rotulos de información para el proyecto incluye seguridad, salud, ambiente y riesgo | ✓ | | | 10.2 | Las instalaciones eléctricas internas son seguras | ✓ | | |
| 4 | Valistas | ✓ | | | 10.3 | Existe personal capacitado en el área eléctrica | ✓ | | |
| 5 | Conos | ✓ | | | 11 | EXPLOSIVOS | | | |
| 6 | Otros | ✓ | | | 11.1 | Existe personal capacitado en manejo de explosivos | ✓ | | |
| 7 | CONFINAMIENTO | | | | 11.2 | Los explosivos están almacenados adecuadamente | ✓ | | |
| 8 | El área de riesgo se encuentra confinada | ✓ | | | 11.3 | El área de explosivos está señalizada | ✓ | | |
| 9 | Planos de Metileno | ✓ | | | 12 | CONTROL BIOLÓGICO | | | |
| 10 | Tablones | ✓ | | | 12.1 | Los trabajadores han sido vacunados | ✓ | | |
| 11 | Otros | ✓ | | | 12.2 | Tétanos | ✓ | | |
| 12 | PROTECCIÓN ANTE DESLIZAMIENTOS DE TIERRA | | | | 12.3 | Hepatitis A | ✓ | | |
| 13 | El área de riesgo se encuentra protegida | ✓ | | | 12.4 | Hepatitis B | ✓ | | |
| 14 | Ataludamiento | ✓ | | | 12.5 | Polioma | ✓ | | |
| 15 | Escalamiento | ✓ | | | 12.6 | Cholera | ✓ | | |
| 16 | Apuntalamiento | ✓ | | | 12.7 | Tuberculosis | ✓ | | |
| 17 | Envoladura | ✓ | | | 13 | SEGURIDAD SOCIAL | | | |
| 18 | Protección de vida | ✓ | | | 13.1 | Los trabajadores se encuentran afiliados a IESS | ✓ | | |
| 19 | ACCESOS SEGUROS | | | | 13.2 | Existen condiciones adecuadas de orden y limpieza | ✓ | | |
| 20 | Existen accesos seguros | ✓ | | | 14 | ORDEN Y LIMPIEZA | | | |
| 21 | Rampas | ✓ | | | 14.1 | Existen condiciones adecuadas de orden y limpieza | ✓ | | |
| 22 | Escaleras | ✓ | | | 15 | SERVICIOS | | | |
| 23 | Escaleras | ✓ | | | 15.1 | Existe un campamento | ✓ | | |
| 24 | Cuencos | ✓ | | | 15.2 | Existe comedor | ✓ | | |
| 25 | Otros | ✓ | | | 15.3 | Existen baterías sanitarias | ✓ | | |
| 26 | ANDAMIOS Y PLATAFORMAS | | | | 15.4 | Existen duchas | ✓ | | |
| 27 | Existen andamios seguros | ✓ | | | 15.5 | Disponen de agua potable | ✓ | | |
| 28 | Existen plataformas seguras | ✓ | | | 16 | LOGÍSTICA PARA EMERGENCIAS | | | |
| 29 | ACOPIO DE MATERIAL | | | | 16.1 | Existe un plan mínimo de emergencias | ✓ | | |
| 30 | El acopio de material producido de la excavación es adecuado | ✓ | | | 16.2 | Existe un botiquín | ✓ | | |
| 31 | PASOS PROVISIONALES | | | | 16.3 | El botiquín es administrado correctamente | ✓ | | |
| 32 | Existen pasos provisionales seguros | ✓ | | | 16.4 | Existen extintores | ✓ | | |
| 33 | EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL | | | | 16.5 | Los extintores se encuentran en condiciones operativas | ✓ | | |
| 34 | Se usa el equipo de protección personal | ✓ | | | 16.6 | La obra dispone de un dispositivo en alerta temprana | ✓ | | |
| 35 | Casco | ✓ | | | 16.7 | Existe un sistema de comunicación de emergencias | ✓ | | |
| 36 | Batas | ✓ | | | 17 | CAPACITACIÓN | | | |
| 37 | Chalecos | ✓ | | | 17.1 | Se han impartido charlas de seguridad y salud ocupacional, ambiente y riesgos | ✓ | | |
| 38 | Goggles | ✓ | | | 18 | DESCRIPCIÓN DE LOS ASPECTOS AMBIENTALES | | | |
| 39 | Tazones auditivos | ✓ | | | 18.1 | Protección de drenajes naturales | ✓ | | |
| 40 | Gafas | ✓ | | | 18.2 | Corte de la arborescencia | ✓ | | |
| 41 | Mascarillas | ✓ | | | 18.3 | Control del polvo | ✓ | | |
| 42 | Otros | ✓ | | | 18.4 | Control de ruido y vibración al ambiente | ✓ | | |
| 43 | EQUIPO DE PROTECCIÓN ESPECIAL | | | | 18.5 | Remoción y reposición de la cobertura vegetal | ✓ | | |
| 44 | Se usa el equipo de protección especial | ✓ | | | 18.6 | Manejo de residuos (desechos y asimilables, peligrosos, chatarra, escombros) | ✓ | | |
| 45 | Manifoldeos | ✓ | | | 18.7 | Manejo y disposición de aguas negras y grises en campamentos | ✓ | | |
| 46 | Monitores de gases | ✓ | | | 18.8 | Manejo de materiales de construcción y herramientas | ✓ | | |
| 47 | Linternas | ✓ | | | 18.9 | Almacenamiento de combustibles y lubricantes | ✓ | | |
| 48 | Reflectores | ✓ | | | 18.10 | Reposición de calzada y servicios afectados | ✓ | | |
| 49 | Trípode | ✓ | | | 18.11 | Rehabilitación de áreas afectadas | ✓ | | |
| 50 | Amor | ✓ | | | 18.12 | Relaciones comunitarias | ✓ | | |
| 51 | RELACIONES COMUNITARIAS | | | | | | | | |
| 52 | Antes del inicio de la obra se ha informado a la población | ✓ | | | | | | | |
| 53 | Se conoce las líderes formales e informales de área de influencia de las obras | ✓ | | | | | | | |
| 54 | Se tiene un plan de relacionamiento con la comunidad ante el proceso de ejecución de obras | ✓ | | | | | | | |
| 55 | El plan se encuentra en ejecución, todos con las acciones aprendidas | ✓ | | | | | | | |
| 56 | Existe dentro del equipo del contratista un profesional responsable del relacionamiento con la comunidad | ✓ | | | | | | | |
| 57 | Existe registro de las acciones que se ejecutan para el relacionamiento con la comunidad | ✓ | | | | | | | |
| 58 | La comunidad conoce el cronograma de obra | ✓ | | | | | | | |
| 59 | Qué medios y herramientas se utilizaron para informar a la comunidad | ✓ | | | | | | | |
| 60 | Se tiene identificado los puntos críticos que pueden crear dificultades a la comunidad y como se resolverá | ✓ | | | | | | | |

RECOMENDACIONES:

SE RECOMIENDA LA CORRECTA SEÑALIZACIÓN DEL ÁREA DE OBRAS, MANEJO Y DISPOSICIÓN DE AGUAS NEGROS Y GRISAS, Y MANEJO DE RESIDUOS.

RECOMENDACIONES:

NO EXISTE NADA PARA CORREGIR SE PUEDE DE LA FORMA QUE SE DESARROLLE TRABAJAR DE MANERA EFICIENTE.

RECIBIDO POR: Patricio Rosa ENTREGADO POR: C. VASCONCELOS

Figura 67. Certificados de destrucción de residuos de la planta El Troje



GESTION, TRATAMIENTO Y DISPOSICION FINAL DE RESIDUOS ESPECIALES

| | | | |
|---------------------------------|-----------------------------|-------------------|----------------------------------|
| Código de proceso HZ-R-C- 65 | Lugar Otoncito - Cayambe | Fecha 23/03/10 | Revisión: 001 Fecha: 06/01/08 |
|---------------------------------|-----------------------------|-------------------|----------------------------------|

CERTIFICADO

HAZWAT - C.R.A.

No. 4180
 Fecha: 25 de Marzo del 2010
 Recibí: 30.00 lts. de residuo líquido de laboratorio
 69.50 kg. de guapes, tarros de pintura, sprays, residuos de cromo.
 55.52 kg. de pilas, lámparas fluorescentes, baterías.

MINISTERIO DEL AMBIENTE:

Se extiende la presente como comprobante de que 30.00 lts. de residuo líquido de laboratorio, 69.50 kg. de guapes, tarros de pintura, sprays, residuos de cromo, 55.52 kg. de pilas, lámparas fluorescentes, baterías, catalogados como desechos peligrosos, fueron transportados por la empresa TRANSPORTE DE PRODUCTOS ESPECIALES, a Cayambe-Otoncito Km 37 ½ (CRA), en donde se dio tratamiento mediante los procesos de Biorremediación, Gasificación Térmica y Encapsulación, de acuerdo a la licencia ambiental (ACUERDO MINISTERIAL N° 067) de 22 de Diciembre 2003.

Generador

| Razón social | Numero de Registro | Responsable | Teléfono | Cantidad |
|------------------------------|--------------------|---------------------|-----------------------|------------|
| PLANTA EL TROJE EMAAP - Q | | ING. NORMA CHICAIZA | 2 998500 EXT. 4242 | 155.02 kg. |

Transportista

| | |
|------------------------------|---------------------------------|
| Nombre o razón social | TRANSPORTE PRODUCTOS ESPECIALES |
| Numero de Licencia ambiental | |
| Dirección y teléfono | Cayambe, 099 302 761 |
| Nombre del conductor | Nelson Quishpe |

Disposición final

| | |
|---------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
| Fecha de recepción: | 23 de Marzo del 2010 |
| Recibido por: | Ing. César Meléndez |
| Ing. Cesar Meléndez |  |



Dirección: Leonardo Davila N° 30 y Duero
 Tl. 2891569 - 368267184 - 092300553



Planta Industrial: Vía Cuto
 Cayambe - Km 37 ½
 (77200206)



Figura 68. Formulario de recepción de aceites usados en los establecimientos planta El Troje

MUNICIPIO DEL DISTRITO METROPOLITANO DE QUITO
DIRECCIÓN METROPOLITANA DE MEDIO AMBIENTE

FORMULARIO DE RECEPCIÓN DE ACEITES USADOS EN LOS ESTABLECIMIENTOS

Fecha: 17 - 09 - 2010 Hora: 12:21 0062054

Nombre del establecimiento: Planta De Tratamiento De Agua El Troje

Nombre del Representante Legal o Propietario: Robert Gaudin

Lubricadora ☐ Lavadora ☐ Mecánica ☒ Concesionario ☐ Otros ☐

Especificar Otros: _____ RUC: 0401313341

Dirección: Av. Simón Bolívar Sector Sta. Rosa Sector: Guatamba Teléfono: 286.7394

Vehículo Biofactor Nro: 03 Nombre del Conductor: Leo

Cantidad de Aceite recibido del establecimiento: 18 Galones

Observaciones: _____

 Recolectado por:
 BIOFACTOR

 Entregado por:
 C.C. Nro.

Biofactor S.A. Dirección: Av. Orellana 677 y Pinzón Edificio la Viña 2 piso Teléfonos: 2229054 / 3239058 / 3239068




Figura 69. Caracterización anual de emisiones de ruido en la planta El Troje, campamento la Mica

| | | | | |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| MUNICIPIO DEL DISTRITO METROPOLITANO DE QUITO DIRECCIÓN METROPOLITANA DE MEDIO AMBIENTE CARACTERIZACIÓN ANUAL EMISIONES DE RUIDO No.: CAER- <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> - <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> R-AZ <input type="text"/> <input type="text"/> | | | | |
| IDENTIFICACIÓN DE LA MEDICIÓN | | | | |
| 1. Identificación de la fuente: <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> | | 1.2 Año de presentación: <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> | | |
| DATOS GENERALES DEL REGULADO | | | | |
| 1. Razón Social: PLANTA DE TRATAMIENTO CAMPAMENTO EMBALSE SECTOR LA MICA | | 2.2 CIU: 4100 | | |
| Tipo de Zona según el uso de suelo: | | Zona equipamientos y protección | | |
| DATOS GENERALES DEL LABORATORIO AMBIENTAL / ENTIDAD DE MUESTREO | | | | |
| 1. No. de Registro: LEA-014 | | 3.2 Nombre o razón social: DPEC | | |
| DATOS GENERALES DE LA ENTIDAD DE SEGUIMIENTO | | | | |
| 1. Número de Registro: 004R-ES | | 4.2 Razón Social: RITCHISARM CIA. LTDA. | | |
| DESCRIPCIÓN FUENTE EMISORA | | | | |
| 5.1 Tipo de fuente | | 5.2 Descripción fuente emisora (hasta 60 caracteres) | | 5.3 Ubicación de la fuente |
| 2 | | Frente Generador | | OESTE |
| 6. INFORMACIÓN ADICIONAL DE FUENTES EMISORAS (Frecuencia emisión: 1. continua 2. discontinua) | | | | |
| 6.1 Tiempo emisión (hh:mm / día) | | 6.2 Frecuencia emisión | | |
| 8 : 00 | | 1 | | |
| EVALUACIÓN DE NIVELES DE PRESIÓN SONORA (En el área de influencia de cada fuente) | | | | |
| Periodo de la medición | Fecha | hora | NPS db(A) | Registro de laboratorio ambiental responsable de la toma |
| <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> - <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> | 21/09/2010 | <input type="text"/> : <input type="text"/> | 61.6 | <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> - <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> |
| <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> - <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> | | <input type="text"/> : <input type="text"/> | | <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> - <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> |
| <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> - <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> | | <input type="text"/> : <input type="text"/> | | <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> - <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> |
| Nombre, firma del responsable y sello del establecimiento: | | 9. Nombre, firma del responsable y sello del Laboratorio: Ing. Guillermo Moya | | 10. Nombre, firma del responsable y sello de la Entidad de Seguimiento: |
| Fecha de preparación (entrega): Hora: <input type="text"/> h <input type="text"/> m | | Fecha de recepción (aaaa/mm/dd): | | |

Tabla 57. Consumo de insumos en la represa La Mica

| SUMINISTRO | ENE | FEB | MAR | ABR | MAY | JUN | JUL | AGO | SEP | OCT | NOV | DIC | TOTAL |
|-------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-------|
| Papel higiénico | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 2 | 1 | 0 | 8 |
| Fundas basura | 1 | 0 | 2 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 6 |
| Escobas | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 2 | 1 | 0 | 6 |
| Detergente | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 2 | 0 | 5 |
| Desinfectante limpiador | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 3 |
| Jabón loción para manos | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 2 |

Tabla 58. Consumo de insumos en el campamento Mica Quito Sur

| SUMINISTRO | ENE | FEB | MAR | ABR | MAY | JUN | JUL | AGO | SEP | OCT | NOV | DIC | TOTAL |
|-------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-------|
| Papel higiénico | 1 | 1 | 2 | 0 | 2 | 1 | 0 | 1 | 0 | 2 | 2 | 0 | 12 |
| Fundas basura | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 2 | 1 | 0 | 8 |
| detergente | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 2 | 1 | 0 | 8 |
| Jabón loción para manos | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 2 | 2 | 0 | 6 |
| Escobas | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 2 | 0 | 6 |
| Desinfectante limpiador | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 |
| Cera piso polwax | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |

Tabla 59. Consumo de insumos en la estación El Carmen

| SUMINISTRO | ENE | FEB | MAR | ABR | MAY | JUN | JUL | AGO | SEP | OCT | NOV | DIC | TOTAL |
|----------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-------|
| Papel higiénico | 1 | 1 | 2 | 0 | 2 | 1 | 0 | 1 | 0 | 2 | 2 | 0 | 12 |
| Fundas basura | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 2 | 2 | 0 | 9 |
| Detergente | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 2 | 1 | 0 | 8 |
| Jabón loción para manos | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 2 | 2 | 0 | 7 |
| Papel para copiadora 75 gr | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 2 | 0 | 5 |
| Papel membretado inen a4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 2 | 0 | 5 |
| Escobas | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | | 1 | 0 | 5 |
| Desinfectante limpiador | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 |
| CERA PISO POLWAX | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |

Tabla 60. Consumo de insumos en la estación reductora de presión y reguladora de caudal “La Moca”

| Suministros | ENE | FEB | MAR | ABR | MAY | JUN | JUL | AGO | SEP | OCT | NOV | DIC | TOTAL |
|-----------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-------|
| Papel higiénico | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 2 | 2 | 0 | 8 |
| Escobas | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 2 | 2 | 0 | 6 |
| Fundas basura | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 5 |
| Detergente | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 4 |

Tabla 61. Consumo de insumos en la planta de tratamiento de agua potable El Troje

| INSUMO | ENE | FEB | MAR | ABR | MAY | JUN | JUL | AGO | SEP | OCT | NOV | DIC | TOTAL |
|-----------------------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-------|
| Carpeta Membretada | | 20 | 50 | 15 | | | | | | | 20 | | 105 |
| Carpeta Celudofolder | | 20 | | | | | 15 | | | | 50 | | 85 |
| Papel Sobre Bond Membrete Oficio | | | | | | | | | | | 48 | | 48 |
| Papel Higiénico 250mts | 4 | 6 | 8 | 8 | 8 | | 4 | | | | 8 | | 46 |
| Archivador Tamaño Oficio | | 10 | | | | | | | | | 20 | | 30 |
| Fundas para Basura | 4 | 2 | 3 | | | | 3 | | | | 13 | | 25 |
| Pilas Alcalinas (AA) | | | | | | | | | | | 24 | | 24 |
| Detergente 2000 gr. | 2 | | 5 | 3 | 4 | | 3 | | | | 2 | | 19 |
| Papel Para Copiadora 75gr. | | | 5 | 4 | | | 2 | | | | 6 | | 17 |
| Jabón loción para mano | 2 | | | | | | 2 | | | | 12 | | 16 |
| Papel Membretado Inen A4 | 4 | | 4 | | 5 | | 2 | | | | | | 15 |
| Separador Plástico | | 3 | | | | | 3 | | | | 4 | | 10 |
| Tóner | | 1 | | | | | 2 | | | | 3 | | 10 |

Tabla 62. Consumo de energía eléctrica en el sistema Mica Quito Sur

| NOMBRE | CONSUMO BASE | CONSUMO MEDIO | DEMANDA | TOT. PLANILLA | CONSUMO |
|-------------------------|---------------|---------------|---------|---------------|------------|
| | 22H-07H (KWH) | 07H-22H (KWH) | (KW) | DOLARES | 24 H (Kwh) |
| PLAN. TRAT.EL TROJE | 82638 | 107885 | 550 | 14171,85 | 190523 |
| VALV. REG. LA MOCA | 0 | 8480 | 28 | 914,94 | 8480 |
| TANQUE T5.2 TROJE BAJO | 0 | 3049 | 24 | 1076,97 | 3049 |
| TANQUE T5.1 TROJE MEDIO | 0 | 1914 | 24 | 286,29 | 1914 |
| CAMPAMENTO MICA SUR | 0 | 181 | 190 | 929,5 | 181 |
| TOTAL ANUAL | 82638 | 121509 | 816 | 17379,55 | 204147 |

Tabla 63. Consumo estimado de energía en la central El Carmen

| MEGAVATIOS | KILOVATIOS/HORA | KILOVATIOS/DÍA | KILOVATATIOS/MES | KILOVATATIOS/AÑO |
|------------|-----------------|----------------|------------------|------------------|
| 1.98 | 1980 | 47520 | 1425600 | 17107200 |

Tabla 64. Consumo de combustibles en el sistema Mica Quito Sur

| COMBUSTIBLES GALONES | | | | VALOR |
|----------------------|-----------|--------|----------|----------|
| DEPARTAMENTO | RECORRIDO | DIESEL | GASOLINA | USD |
| SISTEMAS ESPECIALES | 92028,7 | 1266 | 3291,13 | 6066,249 |
| PLANTA EL TROJE | | | 1970,27 | 2856,892 |
| TOTAL | 92028,7 | 1266 | 5261,4 | 8923,141 |

Tabla 65. Consumo de agua potable en la planta de tratamiento El Troje

| MESES | VOLUMEN DE PROCESO | CONSUMO INTERNO | LAVADO DE FILTROS | DESCARGAS LÍQUIDAS | VOLUMEN DISTRIBUCIÓN |
|------------|-----------------------|--------------------|----------------------|-----------------------|-------------------------|
| | M3 | M3 | M3 | M3 | M3 |
| ENERO | 1338443 | 150 | 12060 | 5100 | 1321133 |
| FEBRERO | 1166417 | 150 | 10620 | 5950 | 1149697 |
| MARZO | 1360783 | 150 | 12780 | 5950 | 1341903 |
| ABRIL | 1234658 | 150 | 12780 | 5950 | 1215778 |
| MAYO | 1289667 | 150 | 11340 | 6800 | 1271377 |
| JUNIO | 1209880 | 150 | 11160 | 5950 | 1192620 |
| JULIO | 1326731 | 150 | 11340 | 5100 | 1310141 |
| AGOSTO | 1270710 | 150 | 11340 | 4250 | 1254970 |
| SEPTIEMBRE | 1243758 | 150 | 10440 | 6800 | 1226368 |
| OCTUBRE | 1306752 | 150 | 10260 | 4250 | 1292102 |
| NOVIEMBRE | 1172308 | 150 | 10080 | 4250 | 1157828 |
| DICIEMBRE | 1242803 | 150 | 11700 | 4250 | 1226703 |
| TOTAL | 15162910 | 1800 | 135900 | 64600 | 14960620 |

Tabla 66. Consumo de agua estimada en las captaciones, conducción y central El Carmen

| CONSUMOS | CONSUMO INTERNO | | | | | | |
|--------------------------|-----------------|-----------|-------|-----------|-----------------|---------------|--------------------|
| PROCESO/ACTIVIDAD | N. PERSONAS | Lavamanos | Otros | L x WC | V. (L)/P/Día | V. (m³)/P/Mes | V. (m³)/P/ANUAL |
| Campamento Mica Sur | 2 | 130 | 290 | 20 | 440 | 13,2 | 158,4 |
| Estación El Carmen | 7 | 455 | 1015 | 70 | 1540 | 46,2 | 554,4 |
| Pinantura | 5 | 325 | 725 | 50 | 1100 | 33 | 396 |
| Val. Reg. Moca | 1 | 65 | 145 | 10 | 220 | 6,6 | 79,2 |
| Cámara de Valv. Rio Pita | 2 | 130 | 290 | 20 | 440 | 13,2 | 158,4 |
| TOTAL ANUAL (m³) | 1365,1 | | | | | | |

Figura 70. Toneladas de CO2 por proceso productivo en el sistema Mica Quito Sur

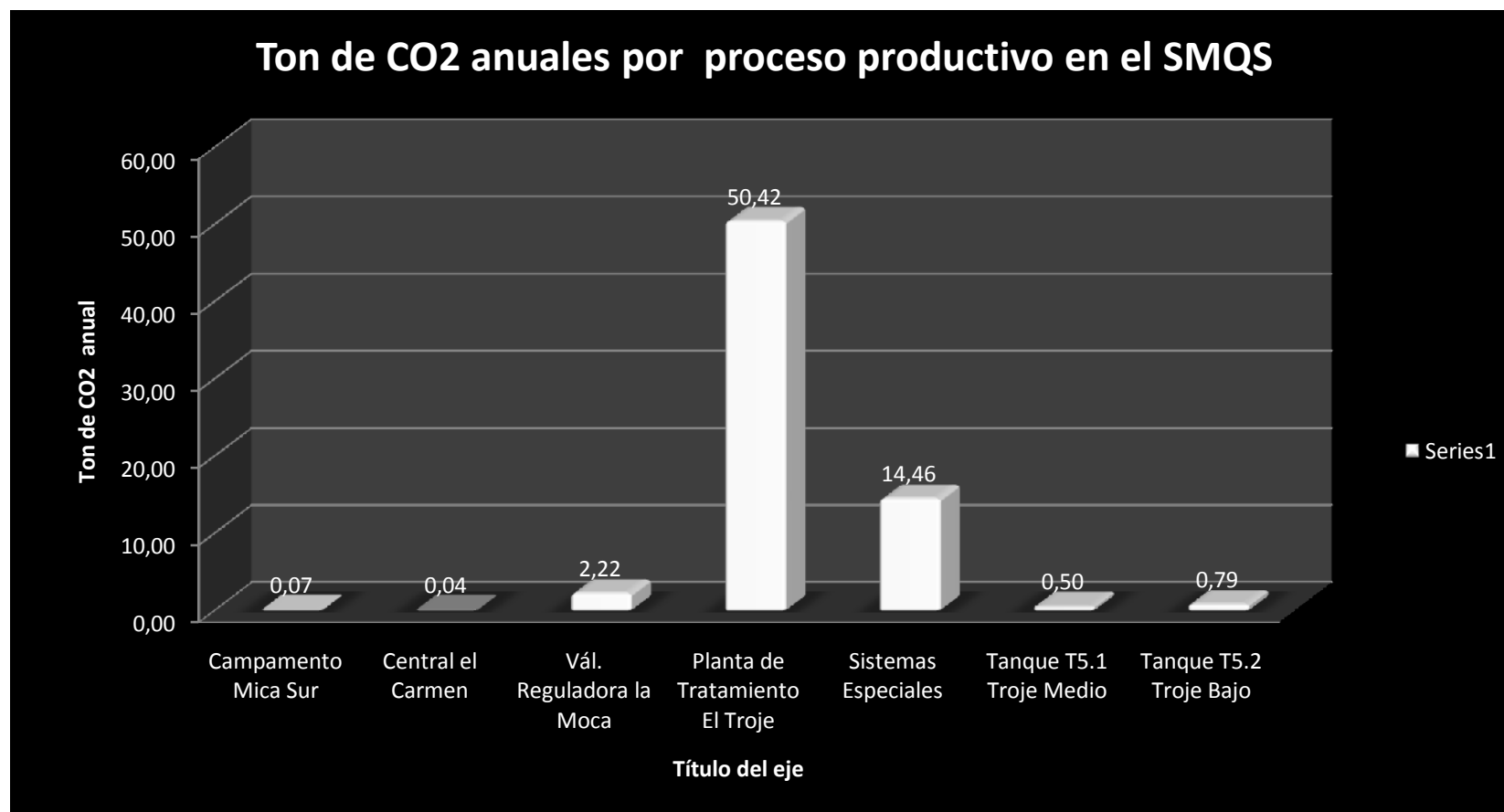
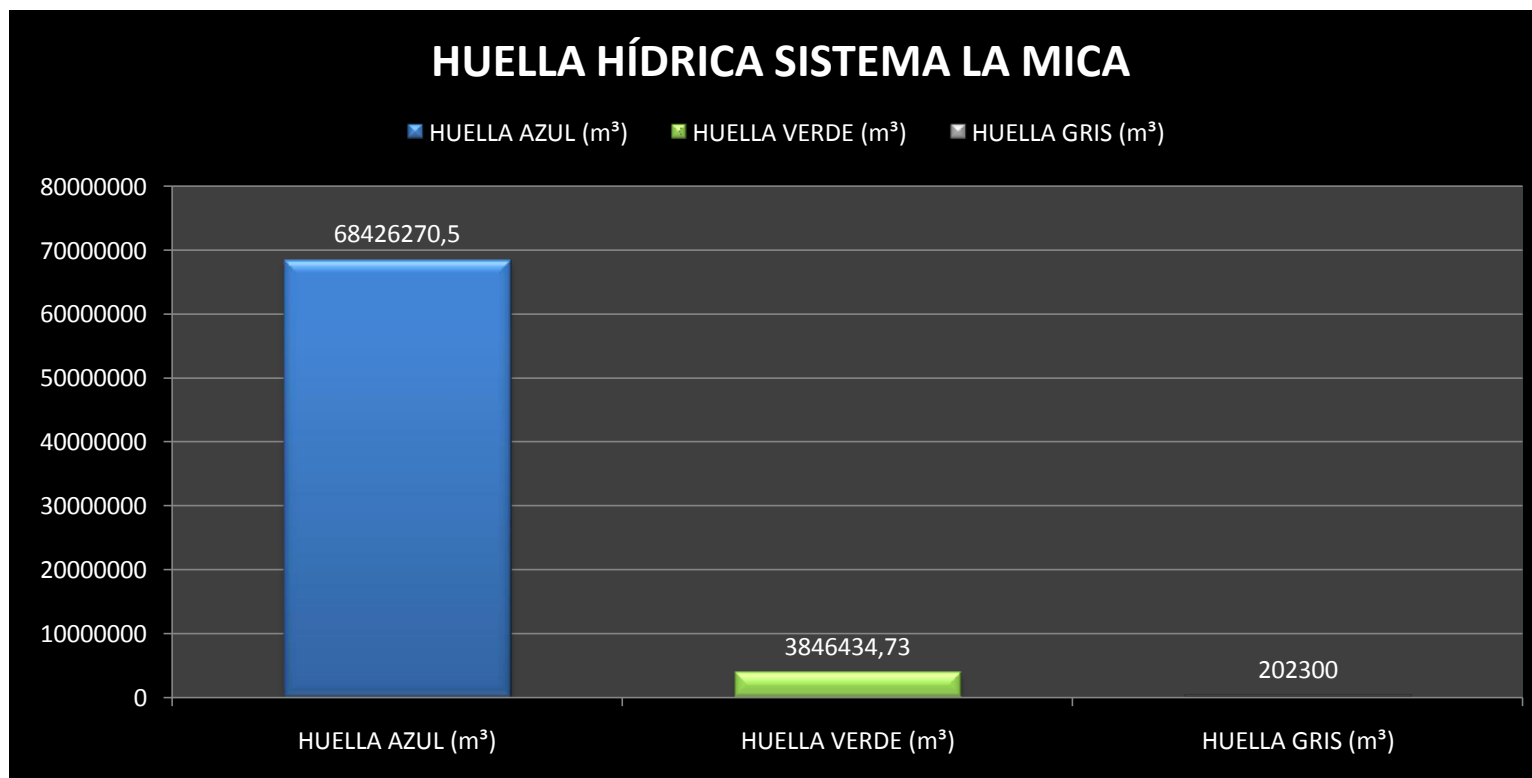


Figura 71. Huella Hídrica de un producto del sistema Mica Quito Sur



ANEXO III

MEMORIA DE CÁLCULO

HUELLA DE CARBONO Y HUELLA HÍDRICA

Introducción

La presente memoria técnica contiene el cálculo de la Huella de Carbono y de la Huella Hídrica para los Sistemas Papallacta Integrado y La Mica Quito Sur de la Empresa Pública Metropolitana de Agua Potable y Saneamiento de Quito.

Las matrices constan de diferentes variables mediante las cuales se calculará las toneladas de CO₂ y la cantidad de agua que se consume para la potabilización mediante la huella de carbono e hídrica respectivamente.

Generalidades

Nombre del Indicador: Huella de Carbono

Capítulo: 4

Sistema: Papallacta Integrado – Mica Quito Sur

Variables

- **Procesos:** Se detallan cada uno de las actividades que conforman los Sistemas.
- **Fuentes:** Se hace referencia a los elementos que contribuyen a la emisión de gases de efecto invernadero.
- **Consumo Anual:** Es la suma de los consumos en el período de un año, registradas en facturas, registros, etc.
- **Factor de Emisión:** Herramienta que permiten estimar la cantidad de emisiones de un determinado contaminante.

Cálculos

Kg de CO₂

Para obtener los Kg de CO₂ se ha procedido a obtener el consumo anual de combustibles, energía y papel; dichos consumo se multiplicarán por el factor de emisión, esta multiplicación se le ha hecho tomando en cuenta las unidades en las cuales se expresan las fuentes de generación GEI y las unidades en las cuales se encuentran el factor de emisión. En el caso de combustibles primero se realizó una conversión de galones a metros cúbicos, para luego obtener los Kg CO₂, como se indica en el siguiente ejemplo.

- **Ejemplo:**

| Proceso | Fuente | Consumo Anual (Gal) | Factor de Emisión | Kg CO ₂ |
|------------|-------------|---------------------------|-------------------------|-----------------------|
| Producción | Combustible | 764,87 | 2,32 | 6,7 |

En este caso tenemos el consumo anual en galones y el factor de emisión para la gasolina en Kg CO₂/m³, por lo cual se multiplica por 0,00378 el consumo de combustible para poder obtener lo galones en m³ y poder obtener los Kg de CO₂.

Toneladas de CO₂

Las toneladas de CO₂ se obtienen mediante la división de los Kg de CO₂ para 1000, posteriormente se suman las toneladas de CO₂ por cada proceso para obtener el valor de CO₂ total del sistema.

Generalidades

Nombre del Indicador: Huella Hídrica

Capítulo: 4

Sistema: Papallacta Integrado – Mica Quito Sur

Variables

- **Procesos y Captaciones:** Se detallan las actividades involucradas a cada uno de los sistemas y captaciones que conforman dichos Sistemas.
- **Personas:** Número de personas que pasan su mayor parte de tiempo en los lugares de trabajo.
- **Huella Azul**
 - Presa
 - Ríos
 - Consumo
- **Huella Verde**
 - Precipitación
- **Huella Gris**
 - Lavados
 - Descargas Líquidas
 - Consumo Interno

CÁLCULOS

HUELLA AZUL

En esta huella se coloca el volumen de agua captada tanto de presas y ríos como el consumo de las diferentes estaciones, debido a que en estos lugares el consumo de agua se lo realiza únicamente de agua no potabilizada, por lo que se realizó un estimado de consumo a partir del consumo habitual de agua por persona, de la siguiente manera:

| PROCESO | PERSONAS | Lavamanos | Otros | L x WC | V. (m³)/P/Año |
|------------------|----------|-----------|-------|--------|---------------|
| Válvula esférica | 1 | 65 | 145 | 10 | 79,2 |

De acuerdo al número de personas se multiplica por el consumo habitual por persona los cuales son:

| Descripción | Litros |
|-------------|--------|
| Lavamanos | 10 |
| Otros | 145 |
| Uso WC | 65 |

A partir de los cuales sumándolos se obtiene el consumo diario el cual será multiplicado por 365 días para obtener el consumo anual.

HUELLA VERDE

La Huella Verde hace referencia al caudal precipitado en los embalses y piletas tomando en consideración las variables como son: área de embalses y piletas, precipitación

media anual de los lugares en los que se encuentran los embalses y piletas, para obtener el volumen de precipitación media anual. A continuación se presenta un ejemplo del cálculo de la Huella Hídrica Verde.

Ejemplo:

| EMBALSE | ÁREA E. | PRECIPITACIÓN MEDIA ANUAL | A. PRECIPITADA | V. PRECIPITACIÓN MA. |
|----------------|----------------------|----------------------------------|----------------------------|-----------------------------|
| | m² | mm lluvia | (m²)(mm) | m³/año |
| Mogotes | 621393 | 1400 | 869950200 | 869950,2 |

De donde:

El área del embalse se obtiene de estudios existentes en la empresa y la precipitación media anual de anuarios del INHAMI y de datos del Departamento de Gestión Integral del Agua.

El área precipitada es el resultado de la multiplicación del área del embalse y de la precipitación media anual. Posteriormente para obtener el volumen de precipitación media anual se multiplica el valor del área precipitada por 1 debido a que 1mm de precipitación equivale a 1 (L/m²), obteniendo el volumen precipitado, y por ende la huella hídrica verde.

HUELLA HÍDRICA GRIS

La Huella Hídrica Gris se obtiene del consumo medido en la empresa de:

- Lavado de Filtros
- Agua requerida para el Bombeo
- Descargas Líquidas
- Consumo Interno de la Planta

Figura 55. Matriz de evaluación de la causa generadora de impactos en la captación del SMQS






| Evidencia del Aspecto | Descripción del Aspecto | IMPACTOS | | | | | | | | | Probabilidad (P) baja =1; media = 2 yalta =3 | Relevancia del Impacto I = Sv x P | Existe Requisito Legal? 0-No 5-Sí | Existen Medidas para Adecuación? 0-Sí 3- Sí, pero no cumple 6-No | Resultado (sumatoria) R= I+RL+MC | Prioridad (1-19)=BAJA; (20-35)=MEDIA; (>36) ALTA | Medidas para Adecuación |
|-------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|-----------------------------------|------------------------|----------------------------------------------|-------------------------|------------------------------------------------------|----------------------------|---------------------|----------------------|-------------------|----------------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|-------------------------------------|--------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| | | Uso de Recursos Naturales | Contaminación del agua | Contaminación del suelo y aguas subterráneas | Cambio del Uso de Suelo | Contaminación del aire por proceso o fuentes móviles | Contaminación Paisajística | Generación de Ruido | Generación de Olores | Impactos Sociales | | | | | | | |
| | | Severidad (Baja=1 Media=3 Alta=5) | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|  | Captaciones | 5 | | | 1 | | 3 | | | 3 | 1 | 12 | 5 | | 17 | BAJA | Se debe procurar el cuidado de las captaciones,evitando que las mismas se contaminen debido a que podría causar un mayor costo para la potabilización |
|  | Captación de Agua de Presa (La Mica) | 5 | | | 1 | | 1 | | | 3 | 1 | 10 | 5 | | 15 | BAJA | Procurar realizar las purgas necesarias para evitar que la presa se llene de sedimentos y disminuya su capacidad de almacenamiento |
|  | Fugas del Generador de Electricidad (Presa La Mica) | | 3 | 1 | | 1 | 1 | | 1 | | 2 | 14 | 5 | 3 | 22 | MEDIA | Dar un mantenimiento adecuado a maquinaria existente en la presa para evitar fugas y derrames de aceites y combustibles. |
|  | Residuos Sólidos Generados en la Presa La Mica | | 1 | 1 | | | 1 | | 1 | 1 | 2 | 10 | 5 | | 15 | BAJA | Se debe concienciar a las personas que trabajen en el sistema la Mica el mantener siempre los residuos generados en su lugar y con su respectiva separación además de realizar un continuo retiro de los mismos desde la presa |
|  | Campamento La Mica | 1 | | | 1 | 1 | 1 | | | 1 | 1 | 5 | | | 5 | BAJA | Al ser un campamento donde no tiene mucha influencia la única recomendación sería el evitar disponer de los residuos que se generen en este campamento de la mejor manera evitando un aspecto ambiental significativo |

Figura 56. Matriz de evaluación de la causa generadora de impactos en la central el Carmen del SMQS



| Evidencia del Aspecto | Descripción del Aspecto | IMPACTOS | | | | | | | | | Probabilidad (P) baja =1; media = 2 yalta =3 | Relevancia del Impacto I = Sv x P | Existe Requisito Legal? 0-No 5-Sí | Existen Medidas para Adecuación? 0-Sí 3- Sí, pero no cumple 6-No | Resultado (sumatoria) R= I+RL+MC | Prioridad (1-19)=BAJA; (20-35)=MEDIA; (>36) ALTA | Medidas para Adecuación |
|-------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------|-----------------------------------|------------------------|----------------------------------------------|-------------------------|------------------------------------------------------|----------------------------|---------------------|----------------------|-------------------|----------------------------------------------|-----------------------------------|--------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|-------------------------------------|--------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| | | Uso de Recursos Naturales | Contaminación del agua | Contaminación del suelo y aguas subterráneas | Cambio del Uso de Suelo | Contaminación del aire por proceso o fuentes móviles | Contaminación Paisajística | Generación de Ruido | Generación de Olores | Impactos Sociales | | | | | | | |
| | | Severidad (Baja=1 Media=3 Alta=5) | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|  | Área de cubetos inadecuada | | 3 | 3 | 3 | | 1 | | 1 | 3 | 1 | 3 | 5 | 3 | 11 | BAJA | Se debe construir los cubetos siguiendo las normas establecidas las cuales nos dicen que los mismos deben ser contruidos de acuerdo a la cantidad de residuos líquidos almacenados |
|  | Almacenamiento de residuos sólidos peligrosos | | | 1 | 3 | | 3 | | 1 | 1 | 1 | 9 | 5 | 3 | 17 | BAJA | Almacenar los tubos fluorescentes en los empaques que fueron entregados por el proveedor ya que de esta manera se evitara que los mismos se rompan y se generen gases tóxicos |

Figura 57. Matriz de evaluación de la causa generadora de impactos en la planta El Troje del SMQS





| Evidencia del Aspecto | Descripción del Aspecto | IMPACTOS | | | | | | | | | Probabilidad (P) baja =1; media = 2 yalta =3 | Relevancia del Impacto I = Sv x P | Existe Requisito Legal? 0-No 5-Sí | Existen Medidas para Adecuación? 0-Sí 3- Sí, pero no cumple 6-No | Resultado (sumatoria) R= I+RL+MC | Prioridad (1-19)=BAJA; (20-35)=MEDIA; (>36) ALTA | Medidas para Adecuación |
|-------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------|------------------------|----------------------------------------------|-------------------------|------------------------------------------------------|----------------------------|---------------------|----------------------|-------------------|----------------------------------------------|-----------------------------------|--------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|-------------------------------------|--------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| | | Uso de Recursos Naturales | Contaminación del agua | Contaminación del suelo y aguas subterráneas | Cambio del Uso de Suelo | Contaminación del aire por proceso o fuentes móviles | Contaminación Paisajística | Generación de Ruido | Generación de Olores | Impactos Sociales | | | | | | | |
| | | Severidad (Baja=1 Media=3 Alta=5) | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|  | Uso inadecuado de electricidad | 5 | | | | | 1 | | | 1 | 3 | 21 | 5 | 3 | 29 | MEDIA | Implementar proyectos de ahorro energético que ayuden a disminuir el consumo de energía en la planta. |
|  | Mantenimiento de floculadores | 5 | 3 | 1 | | | 1 | 3 | 1 | | 3 | 42 | 5 | 3 | 50 | ALTA | Realizar el mantenimiento de los floculadores de una forma automatizada evitando el desgaste innecesario de agua que puede ser potabilizada, y dando un mejor mantenimiento de los mismos. |
|  | Descarga de efluentes de lavado y purgas | | 1 | 1 | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 1 | 1 | 14 | 5 | 3 | 22 | MEDIA | Seguimiento continuo de las descargas líquidas generadas por la planta, evitando sanciones por no cumplir con las normas vigentes. |
|  | Almacenamiento inadecuado de aceites, lubricantes y residuos líquidos de laboratorio (falta de cubetos) | | 3 | 1 | 1 | | 3 | | 3 | | 2 | 22 | 5 | | 27 | MEDIA | Almacenar los residuos líquidos peligros adecuadamente, ya que si existe un posible derrame se puede mezclar diversos líquidos agravando el almacenamiento de los mismos |

Figura 57. Matriz de evaluación de la causa generadora de impactos en la planta El Troje del SMQS (continua)



| Evidencia del Aspecto | Descripción del Aspecto | IMPACTOS | | | | | | | | Probabilidad (P) baja =1; media = 2 yalta =3 | Relevancia del Impacto I = Sv x P | Existe Requisito Legal? 0-No 5-Sí | Existen Medidas para Adecuación? 0-Sí 3- Sí, pero no cumple 6-No | Resultado (sumatoria) R= I+RL+MC | Prioridad (1-19)=BAJA; (20-35)=MEDIA; (>36) ALTA | Medidas para Adecuación | |
|-------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------|---------------------------|------------------------|----------------------------------------------|-------------------------|------------------------------------------------------|----------------------------|---------------------|----------------------|----------------------------------------------|-----------------------------------|--------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|-------------------------------------|-----------------------------------------------------|-------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| | | Uso de Recursos Naturales | Contaminación del agua | Contaminación del suelo y aguas subterráneas | Cambio del Uso de Suelo | Contaminación del aire por proceso o fuentes móviles | Contaminación Paisajística | Generación de Ruido | Generación de Olores | | | | | | | | Impactos Sociales |
|  | Cuarto de válvulas | | | | | | | 5 | | | 3 | 15 | 5 | 6 | 26 | MEDIA | Colocar mecanismos que reduzcan la contaminación acústica, además de concienciar el uso de EPPs en las personas que trabajan en este cuarto de válvulas debido al nivel de contaminación. |
|  | Materiales inadecuados en ingreso de agua para la potabilización | 3 | 5 | | | | | 3 | | | 2 | 22 | 5 | 3 | 30 | MEDIA | Mantener un cuidado adecuado al momento de realizar los mantenimientos en las diferentes áreas de la producción, ya que la caída de materiales ajenos a la producciónpueden arrastrar consecuencias que puedan aumentar el costo de la potabilización del agua. |

Figura 33. Matriz de evaluación de la causa generadora de impactos en la captación del SPI





| Evidencia del Aspecto | Descripción del Aspecto | IMPACTOS | | | | | | | | | Probabilidad (P) baja =1; media = 2 yalta =3 | Relevancia del Impacto I = Sv x P | Existe Requisito Legal? 0-No 5-Sí | Existen Medidas para Adecuación? 0-Sí 3- Sí, pero no cumple 6-No | Resultado (sumatoria) R= I+RL+MC | Prioridad (1-19)=BAJA; (20-35)=MEDIA; (>36) ALTA | Medidas para Adecuación |
|-------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------|-----------------------------------|------------------------|----------------------------------------------|-------------------------|------------------------------------------------------|----------------------------|---------------------|----------------------|-------------------|----------------------------------------------|-----------------------------------|--------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|-------------------------------------|-----------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| | | Uso de Recursos Naturales | Contaminación del agua | Contaminación del suelo y aguas subterráneas | Cambio del Uso de Suelo | Contaminación del aire por proceso o fuentes móviles | Contaminación Paisajística | Generación de Ruido | Generación de Olores | Impactos Sociales | | | | | | | |
| | | Severidad (Baja=1 Media=3 Alta=5) | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|  | Captación de Agua de Efluentes | 5 | | | 1 | | 1 | | | 3 | 1 | 10 | 5 | | 15 | BAJA | Procurar el cuidado de las captaciones evitando que se contaminen ya que podría causar un mayor costo para la potabilización |
|  | Captación de Agua de Presa (Salve Faccha) | 5 | | | 1 | 1 | 1 | | | 3 | 1 | 11 | 5 | | 16 | BAJA | Realizar las purgas necesarias para evitar que la presa se llene de sedimentos y disminuya su capacidad de almacenamiento |
|  | Purgas de la Presa | | 3 | | | | | | | 1 | 2 | 8 | | | 8 | BAJA | Considerar los tiempos adecuados para las purgas de la presa, además de considerar que las mismas no tengan un caudal significativo que pueda causar algún tipo de afectación aguas abajo |
|  | Visitas a la Presa o Efluentes(Generación de Residuos Sólidos) | | | 3 | | | 3 | | | 3 | 2 | 18 | 5 | 3 | 26 | MEDIA | Disponer de una mejor manera los residuos generados en la presa por los visitantes, se debería incidir a evitar la generación de residuos al momento de las visitas en la presa, además de gestionar de una manera más adecuada los residuos que se generen evitando que los mismos permanezcan por periodos de tiempo largos ya que se podrían generar lixiviados |

Figura 34. Matriz de evaluación de la causa generadora de impactos en la conducción del SPI





| Evidencia del Aspecto | Descripción del Aspecto | IMPACTOS | | | | | | | | | Probabilidad (P) baja =1; media = 2 yalta =3 | Relevancia del Impacto I = Sv x P | Existe Requisito Legal? 0-No 5-Sí | Existen Medidas para Adecuación? 0-Sí 3- Sí, pero no cumple 6-No | Resultado (sumatoria) R= I+RL+MC | Prioridad (1-19)=BAJA; (20-35)=MEDIA; (>36) ALTA | Medidas para Adecuación |
|-------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|---------------------------|------------------------|----------------------------------------------|-------------------------|------------------------------------------------------|----------------------------|---------------------|----------------------|-------------------|----------------------------------------------|-----------------------------------|--------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|-------------------------------------|--------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| | | Uso de Recursos Naturales | Contaminación del agua | Contaminación del suelo y aguas subterráneas | Cambio del Uso de Suelo | Contaminación del aire por proceso o fuentes móviles | Contaminación Paisajística | Generación de Ruido | Generación de Olores | Impactos Sociales | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Severidad (Baja=1 Media=3 Alta=5) | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|  | Conducción de Agua Cruda | 1 | | | 1 | 3 | 3 | | | 1 | 1 | 9 | | | 9 | BAJA | Procurar cuidar el acueducto con la finalidad de poder evitar derrames y posteriores perdidas |
|  | Elevadora | 1 | | | 1 | 3 | | | | | 1 | 5 | 5 | | 10 | BAJA | Debido a que la estación elevadora es el lugar designado para que las personas que trabajan en el sistema puedan realizar actividades de aseo personal y limpieza de herramientas y demás actividades |
|  | Booster 1y 2 | 1 | | | | 1 | | | | 1 | 2 | 6 | | | 6 | BAJA | Consumo de energía |
|  | Válvula Esférica | | | | 3 | 3 | 3 | 3 | 1 | | 2 | 26 | | | 26 | MEDIA | Se debe manejar de una mejor manera los residuos que se generan en esta estación ya que los mismos están siendo incinerados en las instalaciones |

Figura 35. Matriz de evaluación de la causa generadora de impactos en la central Recuperadora del SPI





| Evidencia del Aspecto | Descripción del Aspecto | IMPACTOS | | | | | | | | Probabilidad (P) baja =1; media = 2 yalta =3 | Relevancia del Impacto I = Sv x P | Existe Requisito Legal? 0-No 5-Sí | Existen Medidas para Adecuación? 0-Sí 3- Sí, pero no cumple 6-No | Resultado (sumatoria) R= I+RL+MC | Prioridad (1-19)=BAJA; (20-35)=MEDIA; (>36) ALTA | Medidas para Adecuación | |
|-------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------|-----------------------------------|------------------------|----------------------------------------------|-------------------------|------------------------------------------------------|----------------------------|---------------------|----------------------|----------------------------------------------|-----------------------------------|--------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|-------------------------------------|--------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|
| | | Uso de Recursos Naturales | Contaminación del agua | Contaminación del suelo y aguas subterráneas | Cambio del Uso de Suelo | Contaminación del aire por proceso o fuentes móviles | Contaminación Paisajística | Generación de Ruido | Generación de Olores | | | | | | | | Impactos Sociales |
| | | Severidad (Baja=1 Media=3 Alta=5) | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|  | Uso inadecuado de los cubetos | | 5 | 5 | 5 | | 3 | | | 2 | 36 | 5 | 3 | 44 | ALTA | Evitar la caída de lluvia dentro de los cubetos y verificar que la tubería no se encuentre obstruida para que los derrames no se queden estancados | |
|  | Generadores | 3 | | | | 3 | | 5 | | 2 | 22 | 5 | 3 | 30 | MEDIA | Se debe concienciar el uso constante de EPPs en dicha área ya que de esta manera se evitara obtener una enfermedad de trabajo que produzca un costo para la empresa | |
|  | Residuos sólidos peligrosos mal almacenados | | | 3 | 3 | | 3 | | | 2 | 18 | 5 | 3 | 26 | MEDIA | Evitar colocar residuos sólidos que se oxiden en sitios sin una cubierta adecuada | |
|  | Residuos líquidos peligrosos mal destinados | | 5 | 5 | 3 | | 3 | | | 2 | 32 | 5 | 3 | 40 | ALTA | Evitar que los derrames de los cubetos sean vertidos por las canaletas, utilización de cajas de revisión | |

Figura 35. Matriz de evaluación de la causa generadora de impactos en la central Recuperadora del SPI (continua)





| Evidencia del Aspecto | Descripción del Aspecto | IMPACTOS | | | | | | | | | Probabilidad (P) baja =1; media = 2 yalta =3 | Relevancia del Impacto I = Sv x P | Existe Requisito Legal? 0-No 5-Sí | Existen Medidas para Adecuación? 0-Sí 3- Sí, pero no cumple 6-No | Resultado (sumatoria) R= I+RL+MC | Prioridad (1-19)=BAJA; (20-35)=MEDIA; (>36) ALTA | Medidas para Adecuación |
|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------|-----------------------------------|------------------------|----------------------------------------------|-------------------------|------------------------------------------------------|----------------------------|---------------------|----------------------|-------------------|----------------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|-------------------------------------|--------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| | | Uso de Recursos Naturales | Contaminación del agua | Contaminación del suelo y aguas subterráneas | Cambio del Uso de Suelo | Contaminación del aire por proceso o fuentes móviles | Contaminación Paisajística | Generación de Ruido | Generación de Olores | Impactos Sociales | | | | | | | |
| | | Severidad (Baja=1 Media=3 Alta=5) | | | | | | | | | | | | | | | |
|  | Inadecuado almacenamiento de tanques de aceites | | 5 | 5 | 3 | | | 3 | | | 3 | 48 | 5 | 3 | 56 | ALTA | Verificar que los lugares de almacenamiento sean utilizados para lo que fueron destinados |
|  | Mala disposición de los residuos sólidos | | | 3 | 1 | | | | 3 | | 2 | 14 | 5 | 3 | 22 | MEDIA | Realizar una mejor separación de los residuos sólidos además de una mejor adecuación de los tachos |
|  | Almacenamiento inadecuado de insumos y residuos | | | 3 | | | 1 | | | | 2 | 8 | 5 | 3 | 16 | BAJA | Realizar un ordenamiento en los sitios de almacenamiento |
|  | Uso inadecuado de productos químicos | | 3 | 5 | 3 | | 3 | | 1 | | 2 | 30 | | 3 | 33 | MEDIA | Evitar colocar productos peligrosos como matamalezas ya que contaminan el suelo y las aguas, por tanto se debe implementar otras medidas como la utilización de cortadoras de césped |

Figura 36. Matriz de evaluación de la causa generadora de impactos en la planta Bellavista del SPI






| Evidencia del Aspecto | Descripción del Aspecto | IMPACTOS | | | | | | | | | Probabilidad (P) baja =1; media = 2 yalta =3 | Relevancia del Impacto I = Sv x P | Existe Requisito Legal? 0-No 5-Sí | Existen Medidas para Adecuación? 0-Sí 3- Sí, pero no cumple 6-No | Resultado (sumatoria) R= I+RL+MC | Prioridad (1-19)=BAJA; (20-35)=MEDIA; (>36) ALTA | Medidas para Adecuación |
|-------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------|------------------------|----------------------------------------------|-------------------------|------------------------------------------------------|----------------------------|---------------------|----------------------|-------------------|----------------------------------------------|-----------------------------------|--------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|-------------------------------------|--------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| | | Uso de Recursos Naturales | Contaminación del agua | Contaminación del suelo y aguas subterráneas | Cambio del Uso de Suelo | Contaminación del aire por proceso o fuentes móviles | Contaminación Paisajística | Generación de Ruido | Generación de Olores | Impactos Sociales | | | | | | | |
| | | Severidad (Baja=1 Media=3 Alta=5) | | | | | | | | | | | | | | | |
|  | Derrame de sulfato de aluminio | 3 | 1 | 3 | 1 | | 1 | 1 | 1 | | 2 | 22 | | 3 | 25 | MEDIA | Adecuar de una mejor manera la dosificación de sulfato de aluminio evitando que el mismo se derrame al momento de la operación verificar la existencia de fugas |
|  | Almacenamiento inadecuado de los residuos sólidos peligrosos | | 1 | 1 | 3 | | 3 | 5 | | | 3 | 39 | 5 | 3 | 47 | ALTA | Se debe adecuar un espacio para el almacenamiento por separado de cada uno de los residuos sólidos peligrosos evitando el contacto con materia primas u otros insumos |
|  | Almacenamiento inadecuado de los residuos sólidos peligrosos (tubos fluorescentes) | | 0 | 0 | 0 | 3 | | | 3 | | 3 | 18 | 5 | 3 | 26 | MEDIA | Se debe almacenar los tubos fluorescentes en el mismo empaque en el que fue distribuido por el proveedor evitando la contaminación o la ruptura de las mismas |
|  | Almacenamiento inadecuado de materia primas | | | 3 | 1 | | | | 3 | | 2 | 14 | 5 | 3 | 22 | MEDIA | Se debe adecuar de mejor manera la bodega evitando mezclar los diferentes insumos ya los peligrosos pueden contaminar a los que no lo son y por tanto se puede perder materia prima |
|  | Derrame de polímero (almacenamiento) | | | 3 | 3 | 3 | 1 | 3 | | | 2 | 26 | 5 | 3 | 34 | MEDIA | Se debe procurar realizar mejores prácticas operacionales al momento de manipular las bolsas de polímero evitando su derrame, además de evitar dejarlas abiertas ya que puede ocurrir un derrame |

Figura 36. Matriz de evaluación de la causa generadora de impactos en la planta Bellavista del SPI (continua)






| Evidencia del Aspecto | Descripción del Aspecto | IMPACTOS | | | | | | | | | Probabilidad (P) baja =1; media = 2 yalta =3 | Relevancia del Impacto I = Sv x P | Existe Requisito Legal? 0-No 5-Sí | Existen Medidas para Adecuación? 0-Sí 3- Sí, pero no cumple 6-No | Resultado (sumatoria) R= I+RL+MC | Prioridad (1-19)=BAJA; (20-35)=MEDIA; (>36) ALTA | Medidas para Adecuación |
|-------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------|---------------------------|------------------------|----------------------------------------------|-------------------------|------------------------------------------------------|----------------------------|---------------------|----------------------|-------------------|----------------------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|------------------------------------------------------------------|----------------------------------|--------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| | | Uso de Recursos Naturales | Contaminación del agua | Contaminación del suelo y aguas subterráneas | Cambio del Uso de Suelo | Contaminación del aire por proceso o fuentes móviles | Contaminación Paisajística | Generación de Ruido | Generación de Olores | Impactos Sociales | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Severidad (Baja=1 Media=3 Alta=5) | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|  | Almacenamiento inadecuado de los residuos sólidos | | | 3 | | 3 | 5 | | 3 | 3 | 3 | 51 | 5 | 3 | 59 | ALTA | Se debe disponer de buenas prácticas ambientales al momento de separar los residuos generados en la empresa, es decir separando aquellos peligros de los que no lo son, procurando realizar una separación de plásticos, vidrio, papel y cartón |
|  | Almacenamiento inadecuado de aceites y lubricantes (falta de cubetos) | | 3 | 1 | 5 | | 3 | | 3 | | 2 | 30 | 5 | 3 | 38 | ALTA | Se debe almacenar los aceites y lubricantes usados en un área adecuada que sea provista de cubetos con la capacidad de acuerdo a la cantidad de lubricantes y aceites. |
|  | Cubetos de derrames de aceites pequeños | | 3 | 3 | 3 | 1 | 1 | | 3 | | 2 | 28 | 5 | 3 | 36 | ALTA | es importante que los cubetos sean construidos para que almacenen lo esperado en el caso de un derrame de aceites o lubricantes, además de que estos tengan un área adecuada para que se puedan almacenar todos los lubricantes y aceites generados. |
|  | Almacenamiento inadecuado de baterías en área de cubetos | | 3 | 3 | 1 | 1 | | | | | 2 | 16 | 5 | 3 | 24 | MEDIA | Se debe almacenar las baterías de residuo en un lugar adecuado cerrado evitando que se encuentren en condiciones extremas para evitar el derrame de lixiviados |
|  | Lubricantes almacenados sin cubetos correspondientes | | 5 | 3 | 1 | 3 | 3 | | 3 | | 2 | 36 | 5 | 3 | 44 | ALTA | Evitar el derrame de aceites y lubricantes ya que al tratarse de una empresa que potabiliza agua se debe mantener practicas limpias, por tanto se debe disponer de recipientes adecuados en los cuales se evite el derrame de dichos líquidos |

Figura 37. Matriz de evaluación de la causa generadora de impactos en la planta Envasadora del SPI



| Evidencia del Aspecto | Descripción del Aspecto | IMPACTOS | | | | | | | | Probabilidad (P) baja =1; media = 2 yalta =3 | Relevancia del Impacto I = Sv x P | Existe Requisito Legal? 0-No 5-Sí | Existen Medidas para Adecuación? 0-Sí 3- Sí, pero no cumple 6-No | Resultado (sumatoria) R= I+RL+MC | Prioridad (1-19)=BAJA; (20-35)=MEDIA; (>36) ALTA | Medidas para Adecuación | |
|-------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|-----------------------------------|------------------------|----------------------------------------------|-------------------------|------------------------------------------------------|----------------------------|---------------------|----------------------|----------------------------------------------|-----------------------------------|--------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|-------------------------------------|--------------------------------------------------------|-------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| | | Uso de Recursos Naturales | Contaminación del agua | Contaminación del suelo y aguas subterráneas | Cambio del Uso de Suelo | Contaminación del aire por proceso o fuentes móviles | Contaminación Paisajística | Generación de Ruido | Generación de Olores | | | | | | | | Impactos Sociales |
| | | Severidad (Baja=1 Media=3 Alta=5) | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|  | Uso excesivo de agua para lavado de bidones | 5 | 3 | | 1 | | | 1 | 0 | 3 | 3 | 39 | | 3 | 42 | ALTA | Se debe implantar medidas para evitar el desperdicio de agua para el lavado de los bidones, se puede implementar ahorradores de agua o evitar dejar tanto tiempo la llave abierta mientras de coloca detergente a los bidones |
|  | Almacenamiento de bidones en lugares abiertos inadecuadamente | | | | 1 | | | 1 | | | 3 | 6 | | 3 | 9 | BAJA | Aunque la prioridad es baja es importante considerar el evitar dejar los bidones en lugares inadecuados se debe enviar a lugares cerrados o considerar la venta de los mismos antes que pierdan sus características y ya sean totalmente inservibles |

Tabla 30Plan de producción más limpia sistema Papallacta Integrado

| LUGAR | ASPECTO AMBIENTAL | POTENCIAL IMPACTO | MEDIDAS DE P+L PARA MITIGAR Y DISMINUIR | MEDIOS DE VERIFICACIÓN | PERIODO DE EJECUCIÓN | RESPONS. DE EJECUCIÓN Y SEGUIM. |
|-----------|--------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------|
| CAPTACIÓN | 1. Generación y Acumulación de Residuos Sólidos en la Presa Salve Faccha | <ul style="list-style-type: none">Contaminación Paisajística.Contaminación de suelo y agua por acumulación de residuosGeneración de Olores | <ul style="list-style-type: none">Información mediante pictogramas, acerca de las acciones de conservación del ambiente dentro de los diferentes sitios turísticos del sistemaRealizar una recolección continua de residuos. | <ul style="list-style-type: none">Actas de entrada y salida de los lugares visitados.Fotografías de los rótulos y avisosFotografías de los lugares en los cuales existe acumulación de residuos. | Siempre que exista una visita a las captaciones. | Departamento de Captaciones y Conducciones (Papallacta) Departamento de Gestión Ambiental. |
| | 2. Generación de Gases de efecto invernadero por fuentes móviles | <ul style="list-style-type: none">Aumento de la Huella de Carbono de la EPMAPS | <ul style="list-style-type: none">Realizar charlas a los choferes y personas que se dirigen hacia las captaciones referentes a buenas prácticas de conducción para disminuir el consumo de combustibles en los vehículos.Realizar mantenimientos constantes a los vehículos para evitar la generación excesiva de Gases de Efecto Invernadero.Procurar que en las visitas a las captaciones sean para desarrollar varias actividades y no solo pocas evitando el uso de varios vehículos para una actividad. | <ul style="list-style-type: none">Matriz de la Huella de Carbono.Control adecuado de los registros de kilometraje de entrada y salida de los vehículos.Certificado vigente CORPAIRE | Primeros meses del año Todo el año | Unidad de Ecoeficiencia Responsable de cada vehículo. |

| | | | | | | |
|------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------|
| CONDUCCIÓN | 1. Consumo de Agua (elevadora y recuperadora) | <ul style="list-style-type: none"> • Aumento de la Huella Hídrica de la EPMAPS • Contaminación del recurso Agua | <ul style="list-style-type: none"> • Implantar en los lavamanos y duchas válvulas reductoras de presión con el fin de disminuir el consumo de agua. • Canalizar las aguas procedentes de lluvia para ser utilizadas en sanitarios y labores de limpieza de las instalaciones. | <ul style="list-style-type: none"> • Matriz de la Huella Hídrica • Instalación de medidores de agua en la estación elevadora. | Primeros meses del año Mensualmente | Departamento de conexiones y medidores. Unidad de Ecoeficiencia |
| | 2. Disposición final inadecuada de residuos sólidos y líquidos peligrosos (estación recuperadora) | <ul style="list-style-type: none"> • Contaminación paisajística. • Contaminación del recurso agua • Contaminación del recurso suelo | <ul style="list-style-type: none"> • Mantener los cubetos de almacenamiento temporal de aceites libres de otros residuos que impidan su función de captar derrames. • Evitar compra de productos químicos como mata malezas, procurando cortar el césped con podadoras. • Disponer de personal contratado por la empresa en gestión ambiental, en el lugar con la finalidad de atender los problemas con mayor prontitud. | <ul style="list-style-type: none"> • Registros mensuales de manejo de residuos sólidos y líquidos peligrosos. | Mensualmente Disponibilidad de la EPMAPS | Unidad de Gestión Ambiental. EPMAPS |
| | 3. Generación de Gases de efecto invernadero por fuentes móviles | <ul style="list-style-type: none"> • Aumento de la Huella de Carbono de la EPMAPS | <ul style="list-style-type: none"> • Realizar charlas a los choferes y personas que se dirigen hacia las captaciones referentes abuenas prácticas de conducción para disminuir el consumo de combustibles en los vehículos. • Realizar mantenimientos constantes a los vehículos para evitar la generación | <ul style="list-style-type: none"> • Matriz de la Huella de Carbono. • Control adecuado de los registros de kilometraje de entrada y salida de los vehículos. | Primeros meses del año Mensualmente | Unidad de Ecoeficiencia |

| | | | | | | |
|----------------|----------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|-------------------------------------------------------------------|
| | | | <p>excesiva de gases de efecto invernadero.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Procurar que en las visitas a las captaciones sean para desarrollar varias actividades y no solo pocas evitando el uso de varios vehículos para una actividad. | <ul style="list-style-type: none"> • Certificado Vigente CORPAIRE | | Responsable de cada Vehículo. |
| POTABILIZACIÓN | 1. Almacenamiento inadecuado de residuos sólidos y líquidos peligrosos y no peligrosos | <ul style="list-style-type: none"> • Contaminación Paisajística • Contaminación del recurso suelo • Contaminación del recurso agua • Generación de vectores | <ul style="list-style-type: none"> • Disponer de áreas específicas para almacenamiento de residuos líquidos y sólidos peligrosos evitando que se mezclen con las materias primas • Dar un almacenamiento temporal adecuado a los residuos sólidos y líquidos peligrosos. • Mantener continuamente el orden y la limpieza de la planta todo el tiempo. | <ul style="list-style-type: none"> • Registros y fotos de formas de almacenamiento de residuos peligro. • Reportes mensuales de una gestión adecuada de los residuos peligrosos. | Todo el año | <p>Unidad de Gestión Ambiental</p> <p>Unidad de Ecoeficiencia</p> |
| | 2. Generación de papel | <ul style="list-style-type: none"> • Aumento de la Huella de Carbono | <ul style="list-style-type: none"> • Implantar firma electrónica para todos los documentos dentro de la empresa para evitar el consumo de papel en la entrega de oficios. • Usar papel reciclado de la misma empresa. • Reciclar y reutilizar el papel generado. • Realizar de forma digital todos los reportes dentro de la planta (combustibles informes, etc.) | <ul style="list-style-type: none"> • Registros de pedidos de resmas de papel. • Matriz Huella de Carbono | Todo el año | Unidad de Ecoeficiencia |
| | 3. Generación de plástico y cartón | <ul style="list-style-type: none"> • Contaminación paisajística | <ul style="list-style-type: none"> • Evitar materias primas con muchos empaques. • Reciclar o solicitar al proveedor que se retorne los empaques. | <ul style="list-style-type: none"> • Registros de almacenamientos de residuos no peligrosos | Todo el año | Unidad de Ecoeficiencia |

| | | | | | | |
|--|-----------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------|
| | 4.Consumo de Agua | <ul style="list-style-type: none"> • Aumento de la Huella Hídrica • Contaminación del recurso agua | <ul style="list-style-type: none"> • Recircular el agua que sale de los turbidímetros para uso de limpieza o sanitarios • Canalizar las aguas procedentes de lluvia para ser utilizadas en sanitarios y labores de limpieza de las instalaciones. • Mantener una operación adecuada de los clarificadores procurando que no pase gran cantidad de sedimentos hacia los filtros ocasionando de esta manera una disminución en el tiempo de funcionamiento de los mismos lo que provoca lavarlos con mayor frecuencia. • Implantar en los lavamanos y duchas válvulas reductoras de presión con el fin de disminuir el consumo de agua. | <ul style="list-style-type: none"> • Matriz Huella Hídrica • Cartas de control | <p>Primeros meses del año</p> <p>Todo el año</p> | <p>Unidad de Ecoeficiencia</p> <p>Producción Planta Bellavista</p> |
| | 5. Consumo de Energía | <ul style="list-style-type: none"> • Aumento de la Huella de Carbono | <ul style="list-style-type: none"> • Colocar sensores de movimiento en los pasillos de la planta • Usar lámparas con tecnología LED en las instalaciones eléctricas de la planta que ayudan a disminuir el consumo de energía. • Dar una adecuada distribución de las luminarias que se encuentran en las oficinas de la planta Bellavista procurando distribuir las según las necesidades de iluminación. | <ul style="list-style-type: none"> • Matriz de la Huella de Carbono. • Planillas de consumo de energía | <p>Primeros meses del año</p> | <p>Unidad de Ecoeficiencia</p> <p>Mantenimiento de Planta</p> |
| | 1. Consumo de Agua | <ul style="list-style-type: none"> • Aumento de la Huella Hídrica | <ul style="list-style-type: none"> • Instaurar mecanismos automatizados para lavado de bidones. • Implantar en los lavamanos válvulas reductoras de presión con el fin de disminuir el consumo de agua. • Instalar sensores en las llaves de lavado | <ul style="list-style-type: none"> • Matriz Huella Hídrica | <p>Primeros meses del año</p> | <p>Unidad de Ecoeficiencia</p> <p>Planta Envasadora</p> |

Tabla 42 Plan de producción más limpia del sistema Mica Quito Sur

| LUGAR | ASPECTO AMBIENTAL | POTENCIAL IMPACTO | MEDIDAS DE P+L PARA MITIGAR Y DISMINUIR | MEDIOS DE VERIFICACIÓN | PERIODO DE EJECUCIÓN | RESPONS. DE EJECUCIÓN Y SEGUIM. |
|-----------------------|------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|
| CAPTACIÓN | 1. Generación de Gases de efecto invernadero por fuentes móviles | <ul style="list-style-type: none"> Aumento de la Huella de Carbono de la EPMAPS | <ul style="list-style-type: none"> Realizar charlas a los choferes y personas que se dirigen hacia las captaciones referentes a buenas prácticas de conducción para disminuir el consumo de combustibles en los vehículos. Realizar mantenimientos constantes a los vehículos para evitar la generación excesiva de Gases de Efecto Invernadero. Procurar que en las visitas a las captaciones sean para desarrollar varias actividades y no solo pocas evitando el uso de varios vehículos para una actividad. | <ul style="list-style-type: none"> Matriz de la Huella de Carbono. Control adecuado de los registros de kilometraje de entrada y salida de los vehículos. Certificado Vigente CORPAIRE | <p>Primeros meses del año</p> <p>Todo el año</p> | <p>Unidad de Ecoeficiencia</p> <p>Responsable de cada Vehículo.</p> |
| POTABILIZACIÓN | 1. Generación de papel | <ul style="list-style-type: none"> Aumento de la Huella de Carbono | <ul style="list-style-type: none"> Implantar firma electrónica para todos los documentos dentro de la empresa para evitar el consumo de papel en la entrega de oficios. Usar papel reciclado de la misma empresa. Reciclar y reutilizar el papel | <ul style="list-style-type: none"> Registros de pedidos de resmas de papel. Matriz Huella de Carbono | <p>Todo el año</p> | <p>Unidad de Ecoeficiencia</p> |

| | | | | | | |
|--|-----------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------|
| | | | <p>generado.</p> <ul style="list-style-type: none"> Realizar de forma digital todos los reportes dentro de la planta (combustibles informes, etc.) | | | |
| | 2. Consumo de Agua | <ul style="list-style-type: none"> Aumento de la Huella Hídrica Contaminación del recurso agua | <ul style="list-style-type: none"> Recircular el agua que sale de los turbidímetros para uso de limpieza o sanitarios Captar aguas lluvia para uso de limpieza o sanitarios. Mecanizar el lavado de flocladores, como de sedimentadores para evitar el desperdicio de agua que puede ser tratada o reutilizada. Implantar válvulas reductoras de presión para disminuir el consumo de agua en lavamanos y duchas. | <ul style="list-style-type: none"> Matriz Huella Hídrica Cartas de control | <p>Primeros meses del año</p> <p>Todo el año</p> | <p>Unidad de Ecoeficiencia</p> <p>Producción planta El Troje</p> |
| | 3. Consumo de Energía | <ul style="list-style-type: none"> Aumento de la Huella de Carbono | <ul style="list-style-type: none"> Colocar sensores de movimiento en los pasillos de la planta Usar lámparas con tecnología LED en las iluminarias de la planta para reducir el consumo de energía. Dar una adecuada distribución de las luminarias que se encuentran en las oficinas de la planta Bellavista procurando distribuir las según las necesidades de iluminación. | <ul style="list-style-type: none"> Matriz de la Huella de Carbono | <p>Primeros meses del año</p> | <p>Unidad de Ecoeficiencia</p> <p>Mantenimiento de Planta</p> |